

SÔNIA CACHOEIRA STERTZ

**QUALIDADE DE HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E
HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA,
PARANÁ**

**CURITIBA
2004**

SÔNIA CACHOEIRA STERTZ

**QUALIDADE DE HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E
HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA,
PARANÁ**

**Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Doutor em Tecnologia de
Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia,
Universidade Federal do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr. Renato J. Sossela de Freitas

Co-orientador: Prof. Dr. Alfio Brandenburg

**CURITIBA
2004**

Stertz, Sônia Cachoeira

Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas
na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná / Sônia Cachoeira

Stertz. – Curitiba, 2004.

xxvi, 260 f. : il.; grafs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Renato J. Sossela de Freitas

Co-Orientador: Prof. Dr. Alfio Brandenburg

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor de Tecnologia.

1. Horticultura. 2. Hidroponia. 3. Agricultura orgânica –
Curitiba (Pr). 4. Produtos agrícolas – Comercialização. 5. Agrotóxicos.
6. Alimentos orgânicos. I. Freitas, Renato J. Sossela de.
II. Brandenburg, Alfio. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.

CDD 20.ed. 631.584

TERMO DE APROVAÇÃO

SÔNIA CACHOEIRA STERTZ

QUALIDADE DE HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, PARANÁ

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Renato João Sossela de Freitas
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos ,
Departamento de Engenharia Química, UFPR

Co-orientador: Alfio Brandenburg
Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, UFPR
Departamento de Ciências Humanas, Letras e Artes

Moacir Roberto Darolt
Instituto Agrônômico do Paraná, IAPAR

Patricia Teixeira P. S. Penteado
Departamento de Farmácia, UFPR

Roseane Fett
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos,
UFSC

Yedo Alquini
Programa de Pós-Graduação em Botânica, UFPR
FACINTER

Curitiba, 17 de junho de 2004

Para minha mãe,
Cecília Pickler Cachoeira - *in memoriam* –
a quem devo o que sou e com quem
aprendi a amar e respeitar a natureza.

AGRADECIMENTOS

A toda a minha família, em especial ao meu esposo Lineu Roque Stertz e aos meus filhos Daniel Stertz e Priscila Stertz, que sempre me incentivaram na busca pelo conhecimento.

Ao Prof. Dr. Renato João Sossela de Freitas, muito mais que orientador, exemplo de pessoa, profissional dedicado e experiente, companheiro de trabalho, sempre pronto a dar sua inestimável contribuição e incentivo.

À Fundação Araucária, pelo apoio financeiro e incentivo através da aprovação do projeto 567 “Qualidade de Alimentos Orgânicos Produzidos e/ou Comercializados na Região Metropolitana de Curitiba”.

Ao Prof. Gabriel Adolfo Ribeiro Guimarães, *in memoriam*, diretor executivo do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Paraná – CEPPA/UFPR, à Ariene C. P. Yoshiyara e demais técnicos que viabilizaram as análises de resíduos de agrotóxicos.

Ao Laboratório Frischmann Aisengardt e ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, pela viabilização das análises de minerais, açúcares, nitritos e nitratos.

À professora Dra. Cleusa Bona, pela disponibilização do Laboratório de Análise Estrutural/Botânica/UFPR e acompanhamento em todas as etapas das análises estruturais das amostras.

Aos professores Dr. Anselmo Chaves Neto e Dr. James J. Roper pela dedicação e orientação na análise estatística dos dados.

À Novoenzymes, pela doação das enzimas para as análises de fibra alimentar.

Aos alunos de iniciação científica, Ana Paula do Espírito Santo, Jeyson Moreira Train, Mirian Maya Sakuno, Ednei Ferreira Gonçalves, Daiane de Paula Faria, Alessandra Emanuele Tonietto, Ricardo Cellupi Neto, Aline Dossa, Eliane Siqueira Silva, Carlos Henrique Bolson, Susana Stella e Maurício Henrique Passos, pela valiosa contribuição.

Aos companheiros do Laboratório de Química Analítica Aplicada, Rosemary Hoffmann Ribani, Paulo Sérgio Growoski Fontoura, Maria Iverly Santos Rosa e Samuel Camilo, pelos anos de convivência e incondicional apoio.

A todos os meus amigos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UFPR que, com sua amizade e troca de experiências, propiciaram um engrandecimento profissional e pessoal.

Agradeço imensamente a todos os produtores, associações (AOPA, APAC, CEASA-PR) e empresas que gentilmente nos acolheram, cedendo amostras para as análises e relatando suas experiências, viabilizando este trabalho de pesquisa.

Uma homenagem especial faço a todos aqueles que cultivam a terra para nos alimentar, principalmente aqueles que o fazem com consciência e por amor. E à comunidade, que nos inspira a trabalhar verdadeiramente, em busca de uma melhoria na qualidade dos alimentos, em busca de uma melhor qualidade de vida...

Desenvolvimento sustentável é aquele que responde às necessidades do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades.

Brudtand, 1987

Our Common Future

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS.....	xii
LISTA DE APÊNDICES.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvi
LISTA DE SIGLAS.....	xix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xxi
RESUMO.....	xxiv
ABSTRACT.....	xxv
RÉSUMÉ.....	xxvi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1 SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS.....	6
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL.....	8
2.1.1 A história da agricultura convencional e a evolução da química agrícola.....	8
2.1.2 A agricultura convencional e seus impactos	11
2.2 SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO.....	18
2.2.1 Conceito legal, técnicas e procedimentos básicos.....	18
2.2.2 A busca de um novo modelo de desenvolvimento agrícola.....	21
2.2.3 O cenário da agricultura orgânica.....	22
2.2.4 O papel do consumidor na agricultura orgânica.....	36
2.3 SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO.....	38
2.3.1 Cultivo hidropônico no Paraná e RMC.....	42

2.4 ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS ORGÂNICO, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICO.....	43
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
CAPÍTULO 2 DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E HIDROPÔNICAS.....	57
1 INTRODUÇÃO.....	57
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	59
2.1 QUALIDADE NUTRICIONAL DE ALIMENTOS PRODUZIDOS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.	59
2.2 QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR.....	65
2.2.1 A agricultura, a tecnologia e a saúde do consumidor	66
2.2.2 A qualidade do alimento sob a ótica da segurança alimentar	67
2.2.3 A qualidade do alimento sob o ponto de vista social.....	68
2.2.4 Importância do controle de qualidade de alimentos.....	69
2.2.5 Composição nutricional de alimentos.....	71
2.3 CONTAMINANTES E ASPECTOS SANITÁRIOS.....	73
2.4 OBJETIVOS.....	78
2.4.1 OBJETIVO GERAL.....	78
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	78
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	78
3.1 MATERIAL.....	78
3.1.1 Seleção e coleta das amostras.....	78
3.2 MÉTODOS.....	81
3.2.1 Preparo da amostra.....	81
3.2.2 Determinações físico-químicas.....	82
3.2.3 Análise estatística.....	84
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
4.1 AVALIAÇÃO GERAL.....	84

4.2 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO AGRIÃO (<i>Nasturtium officinale</i> R. Be., Brassicaceae) OBTIDO PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	89
4.3 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA ALFACE (<i>Lactuca sativa</i> L., Compositaceae) OBTIDA DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	91
4.4 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BATATA (<i>Solanum tuberosum</i> L., Solanaceae) OBTIDA DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	94
4.5 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA CENOURA (<i>Daucus carota</i> L., Umbelliferae) OBTIDA DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	98
4.6 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA COUVE-FLORES (<i>Brassica oleracea</i> L., Cruciferae) OBTIDA DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO.....	100
4.7 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO ESPINAFRE (<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) O. Kuntze (T. expansa), Aizoaceae) OBTIDO DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	103
4.8 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO MORANGO (<i>Fragaria ananassa</i> Duch., Rosaceae) OBTIDO DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	106
4.9 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO PEPINO (<i>Cucumis sativus</i> L., Cucurbitaceae) OBTIDO DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO	108
4.10 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO TOMATE CEREJA (<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Duval) A. Gray., Solanaceae) OBTIDO DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	110
4.11 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO TOMATE SALADA (<i>Lycopersicon esculentum</i> var. L., Solanaceae) OBTIDO DOS SISTEMAS	

DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	112
5 CONCLUSÃO.....	115
REFERÊNCIAS.....	116
CAPÍTULO 3 OCORRÊNCIA DE NITRITOS E NITRATOS EM HORTÍCOLAS PRODUZIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	127
1 INTRODUÇÃO.....	127
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	127
2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS.....	127
2.2 ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS.....	129
2.3 LEGISLAÇÃO.....	130
2.4 OCORRÊNCIA DE COMPOSTOS NITROSADOS E OS RISCOS PARA A SAÚDE.....	131
2.5 OBJETIVOS.....	136
2.5.1 Objetivos gerais.....	136
2.5.2 Objetivos específicos.....	136
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	136
3.1 MATERIAL.....	136
3.1.1 Amostras.....	136
3.2 MÉTODOS.....	138
3.2.1 Preparo das amostras.....	138
3.2.2 Determinação de nitritos e nitratos por cromatografia de troca iônica.....	138
3.2.3 Determinação da umidade.....	139
3.2.4 Análise estatística.....	139
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	139
5 CONCLUSÃO.....	147
REFERÊNCIAS.....	147

CAPÍTULO 4 DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS.....	154
1 INTRODUÇÃO.....	154
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	154
2.1 OS SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS E OS AGROTÓXICOS.....	155
2.2 PADRÕES E CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS.....	157
2.3 REGULAMENTAÇÃO DOS AGROTÓXICOS.....	158
2.4 PESQUISA E MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS.....	161
2.5 PRODUÇÃO E CONSUMO DE AGROTÓXICOS.....	168
2.6 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS.....	171
2.7 OBJETIVOS.....	175
2.7.1 Objetivo geral.....	175
2.7.2 Objetivos específicos.....	175
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	175
3.1 MATERIAL.....	175
3.1.1 Amostras, coleta e armazenamento.....	175
3.1.2 Reagentes e equipamentos.....	177
3.2 MÉTODOS.....	177
3.2.1 Análise de resíduos de agrotóxicos.....	177
3.2.2 Análise estatística.....	178
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	179
4.1 DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTALIÇAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS NA RMC.....	179
4.2 DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS DE DITIOCARBAMATOS (CS ₂) EM AMOSTRAS DE AGRIÃO.....	190
5 CONCLUSÃO.....	192
REFERÊNCIAS.....	193

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE ESTRUTURAL DA ALFACE (<i>Lactuca sativa</i> L.) , DO AGRIÃO (<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.) E DO TOMATE CEREJA (<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dun.) Gray) CULTIVADOS NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	201
1 INTRODUÇÃO	201
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	203
2.1 ALFACE CRESPA, CULTIVAR VERÔNICA - <i>Lactuca sativa</i> L.	203
2.2 AGRIÃO D'ÁGUA - <i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	204
2.3 TOMATE CEREJA (<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> (Dunal) A. Gray – Solanaceae).....	206
3 MATERIAL E MÉTODOS	207
3.1 MATERIAL.....	207
3.2 MÉTODOS.....	207
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	210
4.1 DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DE ALFACE - <i>Lactuca sativa</i> L.- CULTIVADA NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO	210
4.2 DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DO AGRIÃO D'ÁGUA CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	219
4.3 DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DE <i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO	226
4.4 ASPECTOS COMUNS ÀS HORTÍCOLAS ANALISADAS.....	230
5 CONCLUSÃO.....	231
REFERÊNCIAS.....	233
CONCLUSÃO FINAL.....	237
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	239

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	241
GLOSSÁRIO.....	243
PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA À TESE.....	252
ANEXOS.....	253
APÊNDICES.....	258

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 -	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL EM AGRICULTURA ORGÂNICA.....	254
ANEXO 2 -	EXEMPLO DE UMA MONOGRAFIA DE INGREDIENTE ATIVO...	256

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 -	PROTOCOLO PARA COLETA DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE.....	259
APÊNDICE 2 -	DESCRIÇÃO DO PROGRAMA ESTATÍSTICO UTILIZADO.....	260

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	EVOLUÇÃO DE INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NA SEGUNDA REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ - 1996 - 2002.....	16
FIGURA 2 -	CAUSAS DE ÓBITOS EM DECORRÊNCIA DE INTOXICAÇÕES	

	POR AGROTÓXICOS NA SEGUNDA REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ - 1996 - 2002.....	16
FIGURA 3 -	SISTEMAS ORGÂNICOS LOCALIZADOS NA RMC.....	20
FIGURA 4 -	DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DAS ÁREAS EM AGRICULTURA ORGÂNICA, SEGUNDO OS DIFERENTES CONTINENTES.....	23
FIGURA 5 -	PERCENTUAL DO NÚMERO TOTAL DE PROPRIEDADES ORGÂNICAS, SEGUNDO OS DIFERENTES CONTINENTES.....	23
FIGURA 6 -	EVOLUÇÃO DO VOLUME DE PRODUÇÃO ORGÂNICA NO ESTADO DO PARANÁ – 1996 A 2002.....	34
FIGURA 7 -	EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE PRODUTORES ORGÂNICOS NO ESTADO DO PARANÁ – 1996 A 2002.....	34
FIGURA 8 -	MAPA ESQUEMÁTICO DE DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA NO ESTADO DO PARANÁ.....	35
FIGURA 9 -	SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO SITUADO NO MUNICÍPIO DE COLOMBO, RMC.....	42
FIGURA 10	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO À ORIGEM E NÚMERO DE AMOSTRAS COLETADAS	80
FIGURA 11 -	ORIGEM DAS AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO LOCAL DE CULTIVO.....	81
FIGURA 12 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE AGRIÃO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	91
FIGURA 13 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALFACE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	94
FIGURA 14 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE BATATA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	97
FIGURA 15 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE CENOURA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO	

	CONVENCIONAL.....	100
FIGURA 16 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE COUVE-FLOR OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	102
FIGURA 17 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE ESPINAFRE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	105
FIGURA 18 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE MORANGO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	108
FIGURA 19 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE PEPINO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	110
FIGURA 20 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE TOMATE CEREJA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	112
FIGURA 21 -	COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE TOMATE SALADA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	115
FIGURA 22 -	COMPARAÇÃO DOS TEORES DE NITRITOS E NITRATOS EM HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO NA RMC – 2001 - 2001.....	143
FIGURA 23 -	PERCENTAGEM DE HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS SEGUNDO A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA – RMC – 2001 – 2002.....	181
FIGURA 24 -	FREQÜÊNCIA DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS NA RMC – 2001 – 2002.....	188

FIGURA 25 -	CONCENTRAÇÕES DE CS ₂ EM AMOSTRAS DE AGRIÃO ORGÂNICO, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICO NA RMA – 2001 – 2002.....	191
FIGURA 26 -	ALFACE CRESPA CV. VERÔNICA - PLANTA INTEIRA.....	212
FIGURA 27 -	FOLHAS DE ALFACE CRESPA CV. VERÔNICA.....	214
FIGURA 28 -	SECCÕES TRANSVERSAIS, TERÇO MÉDIO DO LIMBO DE FOLHAS DE ALFACE ORGÂNICA, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICA.....	216
FIGURA 29 -	VISTA FRONTAL DA EPIDERME DA FACE ABAXIAL DA FOLHA DE ALFACE CONVENCIONAL – CORTE PARADÉRMICO.....	218
FIGURA 30 -	SECÇÕES TRANSVERSAIS DE FEIXES VASCULARES DAS FOLHAS DE ALFACE ORGÂNICA, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICA.....	220
FIGURA 31	AGRIÃO D'ÁGUA: ASPECTO GERAL DA PLANTA.....	221
FIGURA 32 -	VISTA FRONTAL DA EPIDERME DA FACE ABAXIAL DA FOLHA DE AGRIÃO ORGÂNICO.....	223
FIGURA 33 -	SECÇÃO TRANSVERSAL DO TERÇO MÉDIO DO LIMBO DA FOLHA DE AGRIÃO.....	224
FIGURA 34 -	SECÇÕES TRANSVERSAIS NO TERÇO MÉDIO DA FOLHA, AO NÍVEL DA NERVURA CENTRAL DE AGRIÃO.....	225
FIGURA 35 -	TOMATE CEREJA: ASPECTO GERAL DO FRUTO.....	227
FIGURA 36 -	SECÇÕES TRANSVERSAIS DO EPICARPO DO TOMATE CEREJA HIDROPÔNICO E CONVENCIONAL.....	228
FIGURA 37 -	SECÇÕES TRANSVERSAIS DO TOMATE CEREJA HIDROPÔNICO E CONVENCIONAL.....	229

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	DIFERENÇAS ENTRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE
------------	--

	HORTÍCOLAS.....	45
QUADRO 2 -	COMPARAÇÃO DAS DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO, HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL.....	87
QUADRO 3 -	PRINCIPAIS FORMAS QUÍMICAS DO NITROGÊNIO NA NATUREZA E ALGUMAS DE SUAS CARACTERÍSTICAS.....	132
QUADRO 4 -	TEORES DE NITRITOS E NITRATOS EM VEGETAIS OBTIDOS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	133
QUADRO 5 -	CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS EM FUNÇÃO DE SUA TOXICIDADE.....	157
QUADRO 6 -	CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS QUANTO À CLASSE E GRUPO QUÍMICO.....	158

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	SITUAÇÃO DA AGRICULTURA ORGÂNICA EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE PRODUTORES E ÁREA AGRÍCOLA EM PAÍSES DA AMÉRICA LATINA, 2000 – 2001.....	25
TABELA 2 -	NÚMERO DE ESTUDOS QUE COMPARAM NUTRIENTES NA PRODUÇÃO VEGETAL ORGÂNICA EM RELAÇÃO À CONVENCIONAL.....	65
TABELA 3 -	LIMITE MÁXIMO DE TOLERÂNCIA (LMT) E INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) PARA ALGUNS MINERAIS.....	76
TABELA 4 -	COMPARAÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS EM RELAÇÃO AO TEOR DE MINERAIS.....	77
TABELA 5 -	MÉDIA DAS DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE TODAS AS HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO	

	CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	85
TABELA 6 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE AGRIÃO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO , RMC - 2001 – 2002.....	90
TABELA 7 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE ALFACE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	93
TABELA 8 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE BATATA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO.....	96
TABELA 9 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE CENOURA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	99
TABELA 10 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE COUVE-FLOR OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	101
TABELA 11 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE ESPINAFRE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	104
TABELA 12 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE MORANGO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	107
TABELA 13 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE	

	PEPINO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	109
TABELA 14 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE TOMATE CEREJA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	111
TABELA 15 -	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE TOMATE SALADA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC - 2001 – 2002.....	114
TABELA 16 -	TEORES DE NITRITOS E NITRATOS EM HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, RMC – 2001 – 2002.....	140
TABELA 17 -	INGESTÃO DIÁRIA ADMISSÍVEL (IDA) CONSIDERANDO CADA CULTURA ANALISADA EM RELAÇÃO AOS NITRITOS E NITRATOS.....	145
TABELA 18 -	RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DETECTADOS EM FRUTAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO – 1994 – 1999.....	164
TABELA 19 -	RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DETECTADOS EM HORTÍCOLAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO – 1996 – 1999.....	164
TABELA 20 -	VENDAS POR CATEGORIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NOS MEIOS DE PRODUÇÃO, BRASIL – 1989 – 2001.....	169
TABELA 21 -	OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS NA RMC – 2001-2002.....	180
TABELA 22 -	RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS, EM	

	RELAÇÃO AOS PRINCÍPIOS ATIVOS DETECTADOS, NA RMC – 2001-2002.....	182
TABELA 23 -	DETERMINAÇÕES MORFO-ANATÔMICAS DE ALFACE CULTIVADA NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 - 2002.....	211
TABELA 24 -	DETERMINAÇÕES MORFO-ANATÔMICAS DO AGRIÃO CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 - 2002.....	221
TABELA 25 -	DETERMINAÇÃO ESTRUTURAL DE AMOSTRAS DE <i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i> CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 – 2002.....	228

LISTA DE SIGLAS

AAO	- Associação de Agricultura Orgânica de São Paulo
ACOPA	- Associação dos Consumidores Orgânicos do Paraná
AFSSA	- Agence Française de Securite Sanitaire des Aliments
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	- Association of Official Analytical Chemists
AOPA	- Associação de Agricultura Orgânica do Paraná
APAC	- Associação dos Produtores Agrícolas de Colombo
CEASA	- Centrais de Abastecimento do Paraná
CEE	- Comunidade Econômica Européia
CLAE	- Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DOU	- Diário Oficial da União
DDT	- 2,2 (P-Diclorofenil) 1,1,1-Tricloroetano
EMATER-PR	- Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPA	- Environmental Protection Agency (USA)

EUA	- Estados Unidos da América
ETU	- Etilenotiouréia 2-imidazolidinethione
FAO	- Food and Agriculture Organization of the United Nations
FDA	- Food and Drug Administration (USA)
GEAO	- Grupo de Estudos de Agricultura Orgânica
HCB	- Hexaclorociclohexano
HPLC	- High Performance Liquid Chromatography
HPIC	- High Performance Ion Chromatography
i.a.	- Ingrediente ativo
IAPAR	- Instituto Agrônômico do Paraná
IARC	- Agência Internacional de Pesquisa com Câncer
IBD	- Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural
IDA	- Ingestão Diária Aceitável
IDR	- Ingestão Diária Recomendada
IFOAM	- International Federation of Organic Agriculture Movements
ILD	- Inferior ao limite de detecção
IPM	- Integrated Pest Management (Manejo Integrado de Pragas)
IVV	- Instituto Verde Vida de Desenvolvimento Rural
JMPR	- Grupo de Peritos em Resíduos de Pesticidas
JEFCA	- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LMR	- Limite Máximo de Resíduo
LMT	- Limite Máximo de Tolerância
LQ	- Limite de quantificação
NDR	- No Detectable Residues
OC	- Organoclorado
OMC	- Organização Mundial do Comércio
ONU	- Organização das Nações Unidas
PCDD	- Policlorado dibenzodioxina
PCDF	- Policlorado dibenzofurano
PNMCV	- Programa Nacional de Monitoramento e Controle de Contaminantes em

Produtos Vegetais.

PVC	- Cloreto de polivinila
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
SEAB	- Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento
SEMA	- Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SESA-PR	- Secretaria de Saúde do Estado do Paraná
SMAB	- Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento
SUREHMA	- Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
TECPAR	- Instituto de Tecnologia do Paraná
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
USDA	- United States Department of Agriculture
WIR	- World International Resource
WHO	- World Health Organization; Organização Mundial da Saúde (OMS)

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	- Alumínio
As	- Arsênico
BS	- Base úmida
BU	- Base seca
C	- Carbono
Ca	- Cálcio
Cd	- Cádmi
Cl	- Cloro
Co	- Cobalto
Cr	- Cromo
Cu	- Cobre
F	- Flúor
Fe	- Ferro

H	- Hidrogênio
ha	- Hectare
Hg	- Mercúrio
HNO ₃	- Ácido nítrico
I	- Iodo
K	- Potássio
kcal	- kilocalorias
kg	- kilograma
Mg	- Magnésio
m	- metro
min	- minuto
mg	- miligrama
mm	- milímetros
Mn	- Manganês
Mo	- Molibdênio
ng	- Nanograma
N	- Nitrogênio
Na	- Sódio
Ni	- Níquel
O	- Oxigênio
P	- Fósforo
p.c.	- Peso corpóreo
pH	- Potencial hidrogeniônico
ppm	- Partes por milhão
Pb	- Chumbo
rpm	- Rotações por minuto
S	- Enxofre
Se	- Selênio
Si	- Silício
Sn	- Estanho

ton	- Tonelada
Zn	- Zinco
V	- Vanádio
%	- Por cento
µg	- Micrograma
°C	- Graus Celcius
α	- Alfa
β	- Beta
Ø	- Diâmetro

RESUMO

A agricultura da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) está voltada basicamente para a produção de hortícolas, respondendo por 50% da produção do Estado do Paraná. O problema é que parte desses alimentos têm apresentado resíduos de agrotóxicos, agravando a crise da agricultura convencional (C). Visando atender à demanda alimentar da população e às tendências do mercado atual, a ciência agrícola tem fundamentado novas formas de cultivo de hortícolas, como a agricultura orgânica (O) e a hidropônica (H) entre outras. Além dos resíduos de agrotóxicos, conteúdo de nitrato, matéria seca e vitamina C, existem poucas evidências de que alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos diferem em suas concentrações de nutrientes, havendo necessidade de novos e criteriosos estudos. O objetivo desse trabalho foi avaliar comparativamente os sistemas de cultivo praticados na RMC, além de analisar a qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas, produzidas e/ou comercializadas na RMC. Foram monitoradas 10 culturas de hortícolas em relação à ausência de toxicidade, aspecto nutricional e estrutural. De um modo geral, os dados obtidos nas análises físico-químicas mostraram grande variação, o que pode justificar os altos valores apresentados para o desvio padrão. Em muitos casos, o desvio padrão excedeu a média, fato que pode explicar a não ocorrência de diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre algumas das amostras analisadas, quando comparadas em relação ao sistema de cultivo. As maiores diferenças entre os sistemas de cultivo foram observadas em relação aos micronutrientes, principalmente nas culturas de tomate salada e morango. Essas amostras não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico, diferindo, porém das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico, que apresentaram teores mais elevados. As concentrações de nitritos e nitratos nas culturas analisadas apresentaram a seguinte relação: alface, tomate cereja e tomate tipo salada - $O < C < H$; espinafre, morango e batata - $O < C$; agrião - $C < H < O$; couve-flor, cenoura e pepino - $C < O$. Considerando a IDA em relação aos nitritos e nitratos, as culturas de agrião, alface e espinafre foram as que apresentaram as maiores restrições ao consumo, variando de cerca de 81 e 100 g para o agrião orgânico e hidropônico, 330 e 148 g para a alface convencional e hidropônica e 192 a 301 g para o espinafre convencional e hidropônico, respectivamente. As hortícolas cultivadas pelo sistema de produção orgânico, convencional e hidropônico apresentaram, respectivamente, 9,68%, 33,87% e 41,18% de suas amostras com algum tipo de resíduo de agrotóxicos. Independente do sistema de cultivo, todas as amostras de agrião analisadas apresentaram reação positiva para o dissulfeto de carbono (CS_2). Porém, indícios de possível “falso positivo” evidenciaram a necessidade de testes confirmatórios para cada molécula. As amostras de agrião, alface e tomate cereja apresentaram diferenças estruturais quantitativas segundo o sistema de manejo em que foram cultivadas. O cultivo orgânico mostrou ser o que apresenta maior massa tanto nas folhas de *Nasturtium officinale* e *Lactuca sativa* quanto no fruto de *Lycopersicon esculentum* var. *cerisiforme*.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Análise Estrutural; Contaminantes; Controle de Qualidade; Hortícolas; Sistemas de Cultivo.

ABSTRACT

The agriculture of the Metropolitan Area of Curitiba (MAC) is basically characterized by horticultural production, being responsible for 50% of the Paraná state total production. The problem is that part of those foods has been presenting pesticides residues, worsening the crisis of the conventional agriculture (C). Seeking to assist to the alimentary demand of the population and the tendencies of the current market, the agricultural science has been developing new forms of cultivation of horticultural, as the organic agriculture (O) and the hydroponics (H) among other. Except for pesticides residues, nitrate content, dry matter and vitamin C, there are no strong evidences that organic, conventional and hydroponics foods differ in their concentrations of nutrients, being required new and improved studies. The aim of the present work was to comparatively evaluate the cultivation systems practiced in MAC, besides analyzing the quality of conventional, organic and hydroponics produced and/or commercialized at MAC. Ten horticultural cultures were monitored in relation to toxicity absence, nutritional and structural aspect. In a general way, the data obtained by physical-chemical analysis showed great variation, what can justify the high values obtained for standard deviation. In many cases, the standard deviation exceeded the average, fact that can explain the occurrence of no significant statistical difference ($p \leq 0,05$) among some of the analyzed samples, when compared in relation to the cultivation system. The largest differences among the cultivation systems were observed in relation to the micronutrients, mainly in tomato and strawberry cultures. Those samples didn't present significant statistical differences ($p \leq 0,05$), when compared conventional and organic cultivation systems, even so differing of the samples obtained by hydroponics cultivation system, that presented higher contents. The nitrite and nitrate concentrations in the analyzed cultures presented the following relation: lettuce, cherry tomato and tomato - $O < C < H$; spinach, strawberry and potato - $O < C$; water cress $C < H < O$; cauliflower, carrot and cucumber - $C < O$. Considering ADI (acceptable daily intakes) in relation to nitrites and nitrates, water cress, lettuce and spinach cultures were the ones that presented the largest restrictions to consumption, varying of about 81 and 100 g for the organic and hydroponic water cress, 330 and 148 g for conventional and hydroponic lettuce and 192 to 301 g for conventional and hydroponic spinach, respectively. The horticultural cultivated by organic, conventional and hydroponics system presented respectively, 9.68%, 33.87% and 41.18% of the samples with some pesticide residue. Independently of the cultivation system all analyzed samples of water cress showed positive reaction to carbon disulfide (CS_2). Although, indications of possible "false positive" evidenced the need for confirmatory tests to each molecule. The water cress, lettuce and cherry tomato showed quantitative structural differences according to the handling system in which they were cultivated. The organic cultivation presents larger mass even in the leaves of *Nasturtium officinale* and *Lactuca sativa* as in the fruit of *Lycopersicum esculentum* var. *cerisiforme*.

Key-words: Pesticides; Structural Analysis; Contaminants; Quality Control, Horticultural; Cultivation Systems.

RÉSUMÉ

L'agriculture de la Région Métropolitaine de Curitiba (RMC) est caractérisée par la production horticole fondamentalement et est responsable pour 50% de la production totale de l'état du Paraná. Le problème est que une partie de ces aliments ont présenté restes des pesticides, aggravant la crise de l'agriculture conventionnelle (C). Vouloir prendre en considération à la demande alimentaire de la population et les tendances du marché courant, la science agricole a développé nouvelles formes de culture d'horticole, comme l'agriculture biologique (B) et la culture hydroponique (H) parmi autre. À l'exception de restes des pesticides, concentration de nitrate, matière sèche et vitamine C, il n'y a pas de fortes evidences que les aliments biologiques, conventionnelles et hydroponiques différent dans leurs concentrations d'éléments nutritifs, en faisant nécessaire des études nouveaux et détaillés. Le objectif de ce travail était évaluer comparativement les systèmes de culture pratiqué dans la RMC, au-delà d'analyser la qualité des horticoles conventionnelles, biologiques et hydroponiques, qu'ont été produit et/ou commercialisé à la RMC. Dix cultures horticoles ont été dirigées par rapport à l'absence de toxicité, aspect alimentaire et structurel. D'une façon générale, les données obtenus par analyse physique-chimique ont montré une grande variation, ce qui peut justifier les hautes valeurs obtenus pour la déviation standard. Dans plusieurs cas, la déviation standard a dépassé la moyenne, fait que peut expliquer l'événement d'aucune différence statistique considérable ($p \leq 0,05$) parmi des échantillons analysés, quand comparé par rapport au système de culture. Les plus grandes différences parmi les systèmes de culture ont été observées par rapport au micro-éléments nutritifs, principalement dans les cultures de tomate et de la fraise. Ces échantillons n'ont pas présenté de différences statistiques considérables ($p \leq 0,05$), quand les systèmes de culture conventionnel et biologique ont été comparés et est différent des échantillons obtenu par le système de culture hydroponique qui a présenté de plus haut contenu. Les concentrations de nitrates et de nitrites dans les cultures analysées ont présenté la relation suivante: laitue, tomate groseille et tomate - $B < C < H$; épinards, fraise et pomme de terre - $B < C$; cresson de la terre $C < H < B$; chou-fleur, carotte et concombre - $C < B$. Étant donné l'IAJ (ingestion acceptable par jour) par rapport à des nitrites et des nitrates, les cultures de cresson de la terre, laitue et d'épinards ont présenté les plus grandes restrictions à consommation et varient approximativement de 81 et 100 g pour le cresson de la terre biologique et hydroponique, 330 et 148 g pour la laitue conventionnelle et hydroponique et 192 à 301 g pour l'épinard conventionnel et hydroponique, respectivement. Les horticoles cultivés par le système biologique, conventionnel et hydroponique ont présenté respectivement, 9.68%, 33.87% et 41.18% des échantillons avec quelque reste du pesticide. Indépendamment du système de culture tout les échantillons de cresson de la terre analysés ont montré la réaction positive à disulfure de carbone (CS_2). Bien que, indications de possibles "faux positif" ont evidencer le besoin de testes de confirmation pour chaque molécule. Le cresson de la terre, la laitue et le tomate groseille ont montré des différences structurelles quantitatives d'après le système de manutention dans qu'ils ont été cultivés. La culture biologique a présente la plus grande masse dans les feuille de *Nasturtium officinale* et *Lactuca sativa* comme dans les fruits de *Lycopersicum esculentum* var. *cerisiforme*.

Les mot-clefs: Les pesticides; L'Analyse structurelle; Contaminant alimentaire; Contrôle de la qualité, Horticoles; Les Systèmes de culture.

INTRODUÇÃO GERAL

A crescente preocupação quanto aos aspectos toxicológicos dos agrotóxicos e a possibilidade de contaminação dos produtos agrícolas têm levado muitos países a estabelecer programas de vigilância ou de monitoramento, com a execução de análises freqüentes e programadas. Preocupação esta que se estende também à qualidade nutricional, microbiológica e sensorial dos alimentos, alterada em função do sistema de cultivo (convencional, hidropônico, orgânico, etc.) de determinadas culturas (CALDAS, 1999; BRASIL, 2001b). O modelo brasileiro de monitoramento é muito influenciado pelo modelo americano (FDA, 2002). Existem, porém, outros modelos de monitoramento e controle de qualidade de alimentos, como o holandês (DE KOK, 1994), o australiano (AUSTRALIA, 2000) e o alemão; cada qual com sua importância e particularidades. No Brasil, cabe aos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde monitorar os resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem vegetal (BRASIL, 2001b).

O emprego dos agrotóxicos tem implicado em diversos problemas, principalmente relacionados à contaminação ambiental e à saúde pública. A World Health Organization (WHO, 1990 e 1992) estimou que o uso de agrotóxicos no mundo seria da ordem de 3 milhões de ton/ano; expondo por meio do trabalho agrícola, mais de 500 milhões de pessoas. Os casos anuais de intoxicações agudas não intencionais foram estimadas em um milhão, com 20 mil mortes. Os efeitos crônicos são mais difíceis de serem avaliados, porém foram estimados em 700 mil casos/ano de dermatoses, 37 mil casos/ano de câncer e 25 mil casos/ano de seqüelas neurológicas. Até o final da década de 1990 existiam em todo o mundo cerca de 600 produtos químicos considerados agrotóxicos, com milhares de formulações diferentes e, destes, 200 deixam resíduos em alimentos (WHO, 1990).

Na Região Metropolitana de Curitiba - RMC, cerca de 56% do espaço regional é considerado como área de proteção ambiental (mananciais, aquífero Karst, reservas legais, etc.), sobre o qual existe um grande número de estabelecimentos agrícolas que

praticam a horticultura convencional, o que imprime a necessidade de fortes ações de preservação dos recursos naturais (DAROLT, 2000). A preocupação aumenta quando se observa que, há vários anos (MEDEIROS, 1984), as duas bacias hidrográficas que banham a região (Iguaçu e Ribeira) estão contaminadas por agrotóxicos, refletindo-se na cadeia alimentar, motivo pelo qual o Estado do Paraná tem como meta substituir na RMC, praticamente, toda a agricultura convencional em orgânica, como medida preventiva de proteção aos mananciais.

A agricultura da RMC está voltada basicamente para a produção de hortícolas, respondendo por 50% da produção do Estado. Segundo vários autores, parte desses alimentos têm apresentado resíduos de agrotóxicos, agravando a crise da agricultura convencional (COFFANI *et al.*, 1987; ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; STERTZ; SCUCATO; BELGER, 2000; SCUCATO; YOSHIYARA; STERTZ, 2001; STERTZ; TRAIN; FREITAS, 2003; EMATER, 2004).

Neste contexto de produção agrícola, em especial nos últimos sete anos, o número de produtores e a demanda por produtos orgânicos aumentou no Paraná e, principalmente, na RMC. Isto pode ser evidenciado pelo crescimento da produção superior a 1400%, assim como pela proporção de 50% dos 3908 produtores com certificação e os demais em fase de conversão entre os sistemas de cultivo convencional ao orgânico (EMATER, 2004).

Tanto produtores e distribuidores quanto consumidores de produtos orgânicos destacam a ausência de agrotóxicos como o grande diferencial. Normalmente, dados objetivos em relação às diferenças nutricionais e constitutivas não são apresentados. Valoriza-se esse alimento por ser mais saudável, mais puro, mais limpo, sem agrotóxicos, de maior durabilidade e sabor mais acentuado, orientados por uma "confiança intuitiva" (PEREIRA e OSTERROHT, 2001). Enquanto estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação ao seu valor nutricional, qualidade sensorial e segurança alimentar têm sido realizados, há poucos estudos com controle efetivo capazes de conclusões válidas cientificamente. Observa-se uma tendência à redução do teor de nitrato e aumento no teor de matéria seca e vitamina C. Entretanto, não há evidências

fortes de que alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos diferem em suas concentrações de nutrientes (BOURN e PRESCOTT, 2002; AFSSA, 2003).

No Brasil, apesar da falta de pesquisas, a principal motivação para a compra de alimentos orgânicos parece estar ligada à saúde e ao meio ambiente, uma vez que existe consciência da toxicidade dos produtos cultivados com agrotóxicos. Entretanto, em relação às redes de supermercados, há grande desconhecimento e confusão do consumidor, gerados pela “onda” de produtos considerados naturais, dietéticos, integrais, etc. Além disso, os alimentos orgânicos são constantemente confundidos com alimentos hidropônicos ou até mesmo convencionais, estrategicamente embalados de forma similar e colocadas lado a lado para a venda (DAROLT, 2003).

Na tese apresentada por DAROLT (2000) o autor argumentou que a agricultura orgânica pode ser uma forma de produção sustentável, que permite restabelecer o equilíbrio entre as dimensões sociocultural, técnico-agronômica, econômica, ecológica e político-institucional das unidades de produção agrícolas da RMC, tendo tirado conclusões, observado tendências e sugerido novos estudos. Entre estes estudos estão a avaliação das características nutricionais e de segurança alimentar, relacionados à presença de resíduos de agrotóxicos, nitritos e nitratos em hortícolas obtidas em diferentes sistemas de cultivo.

Esses dados evidenciam a necessidade de novos e criteriosos estudos. Ações futuras de integração com outros órgãos e profissionais que auxiliem na divulgação e orientação a todos os atores envolvidos, poderão ajudar a melhorar a qualidade das hortícolas produzidas e/ou comercializadas na RMC.

Nesse sentido, o **objetivo geral** do presente trabalho foi avaliar a **qualidade** de hortícolas convencionais, orgânicas, e hidropônicas na RMC no período de abril/2001 a janeiro/2002.

Para tanto, foram coletadas 141 amostras de agrião d'água, alface crespa, batata, cenoura, couve-flor, espinafre, morango, pepino, tomate cereja e tomate tipo salada, sendo em seguida analisadas em relação à ausência de toxicidade e composição nutritiva. As amostras foram coletadas entre produtores de hortícolas orgânicos (AOPA, APAC, feiras livres, propriedades rurais), convencionais (CEASA,

propriedades rurais) e hidropônicos (APAC, propriedades rurais) de 18 municípios da RMC.

Entre os espaços de produção agrícola, a RMC tem sido identificada como um dos centros produtivos, incentivado pelas sucessivas políticas de âmbito municipal e estadual. Portanto, espaço apropriado para debater as diversas práticas agrícolas e seus produtos, distinguí-las e qualificá-las, conceitualmente como saudáveis, ambientalmente corretas e socialmente justas.

Nesse sentido, no capítulo I, o objetivo foi identificar e conceituar de modo comparativo os **sistemas de cultivo** de hortícolas convencionais, orgânicos e hidropônicos e em especial da RMC; através de revisão de literatura, participação de reuniões junto aos diretores da AOPA, APAC, CEASA-PR, GEAO - Grupo de Estudos de Agricultura Orgânica da RMC, entrevistas com técnicos da EMATER-PR, Secretaria da Agricultura do Paraná, IAPAR-PR, representantes de prefeituras municipais, produtores e pesquisadores da área. Essas informações, na forma de artigos, atas de reuniões, relatórios técnicos, livros, teses, jornais, etc., possibilitaram a coleta e a sistematização dos dados apresentados. A maior ênfase foi dada ao sistema de cultivo orgânico foi pelo fato de ter sido mais recentemente implantado na região e carecer de maiores informações.

No capítulo II, o objetivo foi avaliar a qualidade, através das **características físico-químicas**, de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na RMC, utilizando métodos analíticos oficiais e/ou validados, determinando-se a composição centesimal (umidade, proteínas, lipídios, cinzas e carboidratos totais), energia total metabolizável, sólidos totais, pH, fibra alimentar, açúcares e minerais.

No capítulo III, o objetivo foi avaliar os teores de **nitritos e nitratos** em hortícolas produzidas na RMC pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico,

O objetivo do capítulo IV foi avaliar a qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na RMC, em relação aos **resíduos de agrotóxicos**. Para isso foram quantificados os teores de multiresíduos,

para os grupos químicos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides; ditiocarbamatos (CS₂) e benzimidazóis,

No V capítulo, o objetivo foi realizar a **análise estrutural**, considerando a morfo anatomia de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na RMC, utilizando técnicas de microscopia fotônica e de projeção.

A identificação de resíduos em produtos agrícolas serviu para avaliar a qualidade dos alimentos consumidos pela população, além de proporcionar uma avaliação quanto ao uso inadequado dos agrotóxicos, caracterizar a fonte de contaminação, e fornecer dados para permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas, antes que a contaminação se torne um perigo para a saúde do ser humano, para o meio ambiente, ou que cause grandes perdas econômicas no comércio local, nacional ou internacional. Por outro lado, a ausência de informações técnico-científicas sobre as características nutricionais, toxicológicas e estruturais de hortícolas obtidas nos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico na Região Metropolitana de Curitiba, foram um incentivo na busca de subsídios para estimular a agricultura orgânica na região.

O presente trabalho serve para subsidiar e incentivar novos estudos na área de controle de qualidade de alimentos, oriundos de diferentes sistemas de cultivo.

CAPÍTULO I - SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS

1 INTRODUÇÃO

Visando atender à demanda alimentar da população e às tendências do mercado atual, a ciência agrícola tem trabalhado com novas formas de cultivo de hortícolas, como a agricultura orgânica e a hidropônica, entre outras.

Um grande número de fatores tem sido investigado em estudos que comparam alimentos produzidos pelos sistemas de cultivo **orgânico** e **convencional**, incluindo os de ordem econômica e social, agrônômica (propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo, pragas e doenças), produtividade, sistema de administração da propriedade, qualidade do produto (valor nutricional, sensorial, vida de prateleira), impactos ambientais, biodiversidade, entrada de nutrientes, comércio e políticas associadas com a produção de alimentos (FINESILVER, JOHNS, HILL, 1989; LAMPKIN, 1990). Entretanto pouco se tem estudado, em termos de comparação, sobre o sistema de cultivo **hidropônico** (MIYAZAWA *et al.*, 2001; CARMO JR., 2002).

Também tem-se discutido que o alimento do futuro produzido localmente deverá ser um fator importante para garantir a sustentabilidade na provisão de alimentos e que questões ambientais sobre produção e qualidade de alimentos não deveriam ser os únicos a serem considerados. Enquanto produtores e consumidores parecem considerar essas questões de maior interesse, é importante reconhecer que uma discussão sobre as mesmas apresenta apenas uma comparação muito limitada entre os diferentes sistemas de produção de alimentos. Para avaliar as vantagens e desvantagens entre os sistemas de produção de alimentos, faz-se necessária uma discussão mais ampla sobre todos os temas citados (DLOUHY, 1990; HAYNES, 1992; BOEHNCKE, 1997; FEENSTRA, 1997; WOODWARD e MEIER-PLOEGER, 1999; GUSSOW, 2000).

O maior benefício do alimento obtido pelo sistema de cultivo orgânico está relacionado à saúde do consumidor e do produtor, além de apresentar um menor

impacto ambiental (DAROLT, 2003; SILVA, 2003). A agricultura convencional pode produzir alimento mais barato, porém os custos externos são muito altos (BOURN e PRESCOTT, 2002). Em relação ao sistema de cultivo hidropônico, o mesmo apresenta custos iniciais elevados, necessidade de prevenção contra falta de energia elétrica, conhecimentos técnicos e de fisiologia vegetal, além de acompanhamento freqüente do funcionamento do sistema e da solução nutritiva, o que, supõe-se, têm desencorajado alguns produtores (PENNINGSFELD e KURZMANN, 1983; CARMO JR., 2002).

Estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação ao seu valor nutricional, qualidade sensorial e segurança alimentar têm sido realizados, porém há poucos estudos com controle efetivo capazes de conclusões válidas cientificamente (LECLERC *et al.*, 1991; MIYAZAWA *et al.*, 2001; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

Num esforço por suprir esta carência de informações e abrir frentes de pesquisa nesta área, o objetivo deste capítulo foi identificar e conceituar de modo comparativo os sistemas de cultivo de hortícolas convencionais, orgânicos e hidropônicos e, em especial, produzidas e/ou comercializadas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A consciência ecológica e o anseio por uma agricultura com mínimo impacto ao meio ambiente têm sido responsáveis por progressos na tecnologia agrícola, os quais encontram respaldo quando considerada a perspectiva de que muitos consumidores desejam produtos saudáveis, vistosos e disponíveis ao consumo, durante o ano todo.

Enquanto relatórios indicam que frutas e hortaliças orgânicas diferem das convencionais em suas características sensoriais, existem divergências e incompatibilidade entre os resultados. Também não há evidência de que os alimentos orgânicos são mais susceptíveis às contaminações microbiológicas e de parasitas, havendo, porém, evidências de que os alimentos obtidos organicamente possuem menos resíduos de agrotóxicos que nos demais sistemas de cultivo, necessitando ainda

de documentação de valores de resíduos, com apresentação de níveis de significância (WOËSE *et al*, 1997; WORTHINGTON, 1998 e 2001; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

2.1 SISTEMA DE CULTIVO CONVENCIONAL

No sistema de cultivo convencional é permitido o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos altamente solúveis, sendo praticado também o monocultivo e intenso revolvimento do solo, entre outros.

2.1.1 A história da agricultura convencional e a evolução da química agrícola

Segundo EHLERS (1996), a agricultura moderna tem sua origem ligada às descobertas do século XIX, a partir de estudos dos cientistas Saussure (1797-1845), Boussingault (1802-1887) e Liebig (1803-1873), os quais derrubaram a teoria do húmus, segundo a qual as plantas obtinham seu carbono a partir da matéria-orgânica do solo. Liebig difundiu a idéia de que o aumento da produção agrícola seria diretamente proporcional à quantidade de substâncias químicas incorporadas ao solo. Toda a credibilidade atribuída às descobertas de Liebig deu-se ao fato de estarem apoiadas em comprovações científicas. Junto com Jean-Baptiste Boussingault, que estudou a fixação de nitrogênio atmosférico pelas plantas leguminosas, Liebig é considerado o maior precursor da "agroquímica". As descobertas de todos esses cientistas marcam o fim de uma longa data, da Antiguidade até o século XIX, na qual o conhecimento agrônomo era essencialmente empírico. A nova fase foi caracterizada por um período de rápidos progressos científicos e tecnológicos.

Para ZAMBRONE (1986), além dos insetos, fungos, ervas daninhas e outros organismos podem comprometer significativamente a produção de alimentos no campo e sua qualidade durante o transporte e armazenamento.

O uso de substâncias químicas para o controle de insetos já era descrito por gregos, romanos e chineses há mais de três mil anos. Produtos como arsênico e enxôfre eram conhecidos por estes povos e comumente utilizados (HASSAL, 1991).

Substâncias, como sais de cobre e hidróxido de cálcio, foram introduzidas na agricultura em 1882 para combater doenças na uva. Extratos aquosos contendo inseticidas naturais da folha de fumo foram utilizados já no início do século XVII e as propriedades inseticidas dos extratos do *pyrethrum* obtidos das flores do crisântemo foram identificadas no início do século XIX (ECOBICHON, 1996).

No início do século XX, Louis Pasteur (1822-1895), Serge Winogradsky (1856-1953) e Martinus Beijerinck (1851-1931), precursores da microbiologia dos solos, dentre outros, contribuíram com mais fundamentos científicos que fizeram uma contraposição às teorias de Liebig, ao provarem a importância da matéria orgânica nos processos produtivos agrícolas (EHELRS, 1996). Contudo, mesmo com o surgimento de comprovações científicas a respeito dos equívocos de Liebig, os impactos de suas descobertas haviam extrapolado o meio científico e ganhado força nos setores produtivo, industrial e agrícola, abrindo um amplo e promissor mercado: o de fertilizantes "artificiais" (FRADE, 2000).

A partir dos anos de 1930, começou a utilização de pesticidas sintéticos, tais como o herbicida dinitro-ortocresol, na França em 1932, e o primeiro fungicida do grupo dos ditiocarbamatos, o Thiram, nos EUA em 1934 (WHO, 1990). Contudo, a efetiva transição nas técnicas de controle fitossanitário das culturas agrícolas teve como marco a descoberta das propriedades inseticidas do organoclorado DDT, em 1939. No Brasil, a introdução de agroquímicos organossintéticos teve início em 1943, quando chegaram as primeiras amostras do inseticida DDT (TRAPÉ, 1995; SPADOTTO, 2002).

Somente a partir da década de 1950 ocorreu um grande incremento da produção de novos compostos agrícolas (organofosforados), principalmente nos EUA e na Europa, decorrente da estrutura da indústria química alemã desenvolvida para a produção de armas químicas durante o período bélico, de maneira a estabelecer no pós-guerra um padrão agrícola com base tecnológica assentada no uso de agroquímicos (agrotóxicos, fertilizantes e corretivos), na mecanização, nas cultivares de

alto potencial de rendimento e nas técnicas de irrigação, visando a elevação dos índices de produtividade. Existe, portanto, uma estreita relação entre a agricultura moderna intensiva e a utilização de agrotóxicos, a qual serviu também, a partir da década de 1960, de modelo agrícola para as regiões do Terceiro Mundo, num processo conhecido como Revolução Verde (MARTINE, 1987; SPADOTTO, 2002).

Até o final da década de 1950, o sucesso dos agrotóxicos era considerado tão espetacular, que os mesmos eram largamente e indiscriminadamente empregados nos países desenvolvidos, sem maiores preocupações com possíveis riscos à saúde ou ao meio ambiente. No início da década de 1960, a publicação de dois livros, *Silent Spring*, de Rachel Carson, em 1962, e *Pesticides and the Living Landscape*, de Rudd, em 1964, chamou a atenção para aspectos importantes relacionados aos possíveis impactos dos agrotóxicos à saúde humana, aos animais domésticos, à vida selvagem, à contaminação dos solos e das águas, às interferências nos ecossistemas e na própria agricultura. O reconhecimento desses problemas trouxe o desenvolvimento de complexos sistemas de registro e de controle do uso de agrotóxicos nesses países, embora o mesmo ainda não ocorra em muitos países em desenvolvimento (EHLERS, 1993).

Na década de 1970, completou-se o pacote de insumos químicos: adubos, inseticidas, fungicidas, herbicidas e, ainda, um conjunto de variedades modernas que ao longo do processo haviam sido selecionadas para bem aproveitar esses insumos. Era um sistema no qual a agricultura se tornara completamente dependente da indústria química. Contudo, ao menos aparentemente, era tão eficiente e produtivo que dispensava explicações. Por essas vantagens, consolidou-se e se transformou, sobretudo nos países industrializados, no modo “**convencional**” de produção (KHATOUNIAN, 2001).

Nas décadas seguintes, essa revolução se incorporou às mentalidades dos agricultores, dos agrônomos e dos planejadores. Nas cidades, modificou radicalmente os hábitos alimentares, introduzindo produtos pouco adaptados às condições locais de cultivo. Contudo, tendo isso ocorrido ao longo do tempo e visto como a face do progresso, passou como sendo o rumo natural das coisas. Na Europa e nos EUA, até o

início da década de 1980, e no Brasil, até o início da década de 1990, para a maioria dos envolvidos com a produção agrícola, era pura tolice ou bizarrice tudo o que destoasse desse modelo convencional (KHATOUNIAN, 2001).

2.1.2 A agricultura convencional e seus impactos

Segundo dados da FAO, as perdas na produção agrícola mundial provocadas por problemas fitossanitários estão em torno de 35%, justificando a implementação da busca de novos mercados para o setor industrial dos agroquímicos (fertilizantes e agrotóxicos) e, assim, fundamentando a disseminação da Revolução Verde para os países de grande potencial agrícola, sobretudo os do Terceiro Mundo. Assim, o emprego dos agrotóxicos parece que cumpre o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas invasoras, contudo oferecem riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso freqüente de agrotóxicos provocam erosão, perda de fertilidade dos solos, riscos de contaminação dos solos agrícolas, águas superficiais, águas subterrâneas, alimentos, animais domésticos e intoxicação de trabalhadores rurais (WHO, 1990; EHLERS, 1993; GARCIA, 2001; KHATOUNIAN, 2001).

A aplicação maciça de insumos químicos determinou vários danos ao meio ambiente, tais como desequilíbrio entre espécies animais e vegetais ecologicamente estáveis (deflorestamento e diminuição da biodiversidade), dependência tecnológica de sementes híbridas e produtos químicos (agrotóxicos e fertilizantes) e sérios danos à saúde humana pelo uso dos agrotóxicos. Esses agrotóxicos e adubos químicos destroem microrganismos úteis ao solo, prejudicando toda a retirada de nutrientes como o fósforo, cálcio, potássio, nitrogênio e outros. Esses produtos destroem minhocas, besouros e outros pequenos organismos altamente benéficos para a agricultura (EHLERS, 1993; CHABOUSSOU, 1995; PINHEIRO, 1998).

O potencial de impacto ambiental proveniente do uso de um agrotóxico depende da sua toxicidade ao ser humano e da sua ecotoxicidade (a outros organismos), assim como, das suas concentrações atingidas nos diferentes compartimentos ambientais (solo, água, planta e atmosfera). As concentrações, por sua vez, dependem da carga

contaminante e do comportamento e destino do agrotóxico no meio ambiente. Depois da aplicação de um agrotóxico, vários processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento. O destino dos agrotóxicos no ambiente é governado por processos de retenção (adsorção, absorção), de transformação (decomposição, degradação), de transporte (deriva, volatilização, lixiviação, escoamento superficial) e por interações desses processos. Além da variedade de processos envolvidos na determinação do destino ambiental de agrotóxicos, diferenças nas estruturas e propriedades das substâncias químicas, e nas características e condições ambientais podem afetar esses processos. Condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos no solo, presença ou ausência de plantas, localização do solo na topografia e práticas de manejo dos solos podem também afetar o destino de agroquímicos no ambiente. Além disso, a taxa e a quantidade de água movendo na superfície e através do perfil do solo têm um grande impacto no movimento do produto (SPADOTTO, 2004).

No **plano agrícola**, a questão da baixa produtividade reduz-se às perdas por pragas, desprezando-se pontos fundamentais como: tipo de cultura e qualidade do solo, adequação da seleção de sementes, mecanização excessiva do solo, fertilidade, equilíbrio biológico, extensão da área cultivada e acesso do agricultor a informações sobre o cultivo. Tais situações parecem que ainda não são justificativas suficientes, mesmo que sejam, os produtos químicos utilizados são extremamente perigosos e danosos à saúde humana e também ao meio ambiente, contudo, após algumas décadas, a Revolução Verde, apesar de ter conseguido uma grande produtividade agrícola, não evitou a fome em grande parte do mundo. Nos países do Terceiro Mundo, assim como no Brasil, este modelo de desenvolvimento trouxe uma série de conseqüências no campo social. Por um lado, colocou o País num plano de competição internacional, introduzindo uma série de técnicas e métodos bastante novos e desenvolvidos pelos produtores e agricultores. Por outro, a mecanização agrícola, os cultivos de grandes áreas e a monocultura causaram uma diminuição da população trabalhadora rural, forçando-a a migrar para centros urbanos sob condições de sub-emprego ou desemprego, falta de moradia ou sub-habitação, violência, fome e

desnutrição. Os pequenos produtores foram cada vez mais excluídos da posse da terra, ocorrendo uma concentração de terras, que se acentuou nos países do Terceiro Mundo (BURIAN, 1992; KHATOUNIAN, 2001).

Os **custos sociais** da agricultura convencional são elevados. Em função de uma política de modernização conservadora, milhares de agricultores foram excluídos do campo, aumentando a marginalidade nas cidades, que por sua vez não possuem infraestrutura e oferta de empregos suficientes para absorver essa mão de obra (BRANDENBURG, 2002).

Normalmente, os benefícios obtidos pelo emprego de agrotóxicos são medidos apenas pelo retorno direto no rendimento das culturas, sem considerar os efeitos colaterais dessa utilização. Segundo PIMENTEL *et al.* (1993a e 1993b), estima-se que para cada dólar investido em agrotóxicos, quatro dólares são salvos nas culturas onde são aplicados, mas o aumento no uso de agrotóxicos nem sempre significa a diminuição de perdas: nos EUA, de 1945 a 1989, as perdas por insetos quase dobraram, passando de 7% para 13%, apesar do aumento de 10 vezes no uso de inseticidas; no caso mais específico da produção de milho naquele país, apesar do aumento de quase 1000 vezes no uso de inseticidas, as perdas por insetos nesta cultura aumentaram em 4 vezes.

São conhecidos os benefícios imediatos que advêm da aplicação de pesticidas sobre a produtividade da atividade agrícola. No entanto, existe preocupação importante com relação ao efeito prejudicial que estes produtos podem ocasionar sobre a **saúde** humana e no ecossistema em geral.

A avaliação do potencial carcinogênico permanece o maior desafio em pesquisas de segurança alimentar. A pobre correlação entre homens e animais, o período de latência ante a exposição a um carcinogênico e o aparecimento de tumores, o efeito combinado de dois ou mais carcinogênicos e o conhecimento limitado do seu modo de ação tornam o trabalho extremamente difícil (WOOTON, 1987).

No campo da saúde pública, a imprevisibilidade do dano determinou aos organismos internacionais que atuam nesta área (WHO, FAO, EPA, CEE) o

estabelecimento de uma racionalidade para fazer frente a esta questão, ou seja, a técnica do manejo e gerenciamento de risco (EPA, 2003).

A World Health Organization (WHO) e o World International Resource (WIR) estimaram em 5 milhões os casos de intoxicação aguda por pesticidas, dos quais entre 10 e 20 mil foram fatais (LANG, 1993). Neste sentido, existem diversas linhas de trabalho que postulam a possibilidade de reduzir a quantidade de pesticidas utilizados em 50%, sem mudanças significativas na produtividade e no custo final do produto agrícola. Outra tendência controversa é a utilização da biologia ou engenharia genética para criar variedades de cultivos mais resistentes à ação das pragas. Por outro lado, em algumas regiões do Brasil, sobretudo nas que se diferenciam das características do trópico úmido, é possível pensar-se em produções agrícolas alternativas, sem o uso de agrotóxicos (PIMENTEL *et al.*, 1993a).

Após cerca de 30 anos de uso extensivo dos agrotóxicos, em especial dos organoclorados, em todo o mundo, somente no início da década de 70 intensificaram-se os estudos clínico-epidemiológicos para investigar a associação entre exposição e patologia humana, principalmente os cânceres. Geralmente, há um período muito longo entre a exposição a uma substância reconhecidamente carcinogênica e o surgimento de câncer, o que dificulta o estabelecimento de uma associação de causa e efeito. Essa dificuldade aumenta quando se leva em conta a multiplicidade de produtos químicos com os quais as populações entram em contato, sendo praticamente impossível isolar um único agente em estudos feitos após décadas de exposição (BRASIL, 2003b).

Vários autores e órgãos (BERGER, 1994; KELCE *et al.*, 1995; WILLET *et al.*, 1998; LOEFFLER e PETERSON, 1999; ANDERSEN *et al.*, 2000; Agência Internacional de Pesquisa com Câncer – IARC; World Health Organization – WHO, entre outros) *apud* BRASIL (2003b) apresentaram resultados de algumas revisões e estudos experimentais, confirmando a toxicidade de alguns organoclorados (HCB, DDT, PCDDs e PCDFs) como interferentes do sistema nervoso central, disruptores endócrinos, cancerígenos e teratogênicos. Há referência de que cerca de 96% da exposição humana aos organoclorados e dioxinas dá-se por meio de ingestão de alimentos (BIRMINGHAM *et al.*, 1989 *apud* BRASIL, 2003 b).

O “agente laranja”, bem como outros adubos, pesticidas e herbicidas foram desenvolvidos para atender à guerra química e, posteriormente, como supridores da agricultura. Como os EUA eram signatários do tratado contra armas químicas, demonstraram que tal produto era inócuo a humanos, causando apenas sintomas genéricos como náuseas e dores de cabeça. Terminada a guerra, observaram-se anormalidades no número de dedos dos pés e das mãos nos filhos de soldados vietnamitas expostos a altas doses do produto. Nos netos desses soldados há uma alta incidência de focomiela, má-formação caracterizada pela ausência de braços e pernas, como nas focas (KHATOUNIAN, 2001).

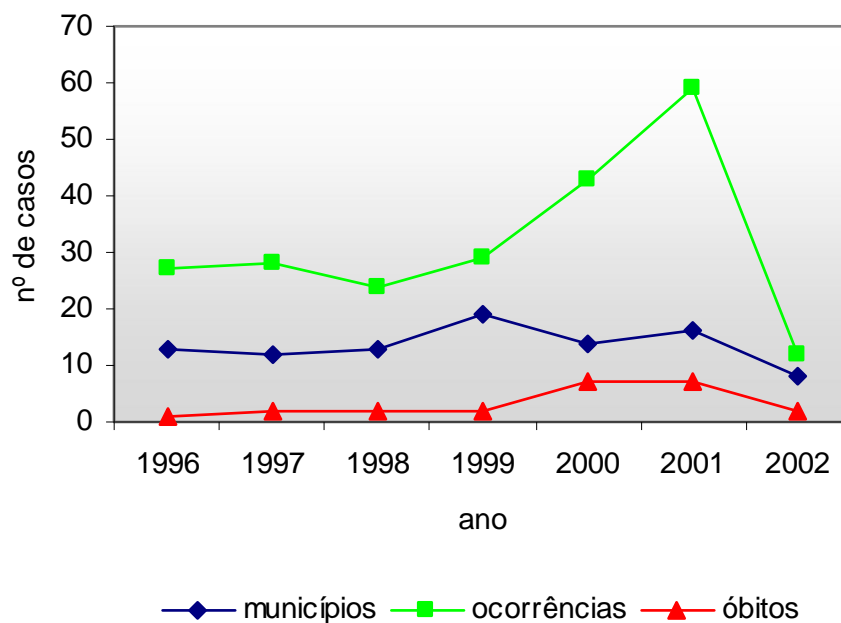
No homem, os agrotóxicos modificam o DNA - a essência da vida -, atacam o sistema imunológico, geram mutagenicidade, provocando cânceres e/ou teratogênese. Concomitantemente, bloqueiam a absorção de nutrientes, debilitando os organismos, com aumento do *stress* e alteração no comportamento (CHABOUSSOU, 1995; PINHEIRO, 1998).

Na RMC, que corresponde basicamente aos municípios da SEGUNDA REGIONAL DE SAÚDE (2ª RS) da SESA/PR, houve 222 ocorrências de intoxicação por agrotóxicos entre 1996 e 2002, resultando em 23 óbitos, em decorrência, principalmente, de suicídio (65,22%) (Figuras 1 e 2). Nos últimos três anos, o município de Curitiba foi responsável por 41 ocorrências, correspondendo em média a 30% das ocorrências da 2ª RS. É interessante destacar que a maioria dos casos não são comunicados, de modo que as estatísticas referem-se a casos extremamente graves (PARANÁ, 2003c).

PIMENTEL *et al.* (1993a e 1993b) fizeram uma avaliação detalhada dos **impactos econômicos e ambientais** decorrentes do uso dos agrotóxicos nos EUA e, com base nos dados disponíveis, estimaram que o custo desses impactos seria da ordem de 8 bilhões de dólares anuais naquele país.

Considerando a estimativa de que os US\$ 4 bilhões gastos anualmente com agrotóxicos proporcionariam um retorno de US\$ 16 bilhões/ano pela diminuição nas perdas da produção agrícola, o custo estimado dos impactos poderia ser interpretado como benefício. No entanto, os próprios autores consideram que esses custos foram

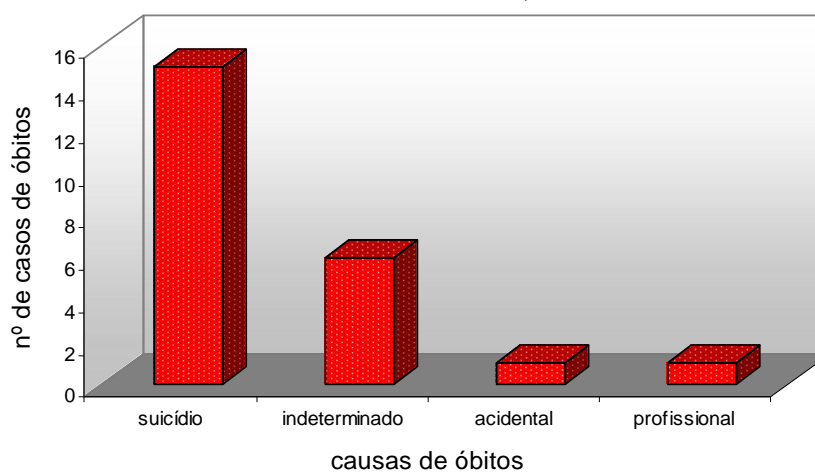
FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DE INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NA SEGUNDA REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ, 1996 - 2002



FONTE: PARANÁ (2003c)

NOTA: Dados trabalhados pelo autor

FIGURA 2 - CAUSAS DE ÓBITOS EM DECORRÊNCIA DE INTOXICAÇÕES POR AGROTÓXICOS NA SEGUNDA REGIONAL DE SAÚDE DO PARANÁ, 1996 - 2002



FONTE: PARANÁ (2003c)

NOTA: Dados trabalhados pelo autor

subestimados por não incluir todos os tipos de custos indiretos como, por exemplo, eventos acidentais de contaminação de pessoas e do meio ambiente, a poluição do

so e custos mais realistas dos efeitos na saúde humana. Além disso, argumentam que a natureza desses custos traz outros aspectos envolvidos como, por exemplo, estimar o valor de um pássaro ou de uma vida humana e ponderam que para cada US\$ 1,2 milhão proporcionado pelos agrotóxicos, uma pessoa é vitimada por câncer. Os autores entendem que uma análise custo/benefício completa e de longo prazo reduziria a vantagem percebida pelo uso de agrotóxicos.

Além do aspecto de risco à saúde e ao meio ambiente, o nível de agrotóxicos remanescente nos alimentos após sua aplicação no campo tem se apresentado como uma importante **barreira comercial** no mercado internacional de alimentos (CALDAS, 1999).

O fracasso ambiental do modelo convencional de agricultura passou a ser investigado, a partir de meados da década de 1980, e a partir da crítica deste modelo convencional, foram surgindo no Brasil e no mundo propostas para um modelo mais sustentável de agricultura. Nas conferências da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorridas em 1972, 1982 e 1992, materializaram-se as evidências de que os danos causados pela agricultura convencional eram de tal magnitude que urgia mudar de paradigma. A agricultura se tornara a principal fonte difusa de poluição no planeta, afetando desde a camada de ozônio até os pingüins na Antártida, passando pelo próprio homem (DAROLT, 2000; KHATOUNIAN, 2001).

Segundo DAROLT (2003b), o modelo convencional de agricultura já mostrou ser insustentável para o meio ambiente, para os agricultores e consumidores. Problemas de erosão, baixa produtividade das terras e culturas, doenças como “vaca-louca”, febre aftosa e contaminação por dioxina fizeram com que a opinião pública prestasse mais atenção para onde caminha sua alimentação.

2.2 SISTEMA DE CULTIVO ORGÂNICO

Em função dos problemas decorrentes do sistema convencional de cultivo agrícola e criação animal, os chamados movimentos de reforma surgiram em diversos países, na tentativa de apresentar propostas que viabilizassem o retorno do equilíbrio necessário entre o cultivo e a preservação do meio ambiente.

As tecnologias alternativas de produção agropecuária adquirem cada vez mais importância na medida em que as exigências de conservação do meio ambiente são incorporadas ao processo produtivo. Por isso, muitas das práticas e tecnologias utilizadas terão que ser adaptadas ou substituídas, principalmente em áreas com maior risco de degradação do meio ambiente. A visão da agricultura como processo semelhante ao da produção industrial pode ser gradativamente substituída pelo enfoque sistêmico, no qual se consideram as interações entre os processos produtivos e os processos naturais, em busca de níveis de equilíbrio dos recursos naturais (COSTA e CAMPANHOLA, 1997).

2.2.1 Conceito legal, técnicas e procedimentos básicos

O termo **“agricultura orgânica”** é atualmente utilizado com um sentido mais amplo, abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável. Pode-se observar este aspecto claramente na Instrução Normativa do Ministério da Agricultura de nº. 007, de 17 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Nela foram estabelecidos os padrões para a produção, processamento, envase e rotulação de produtos orgânicos, o que significa que este termo está atualmente vinculado a essa qualidade de produtos, não podendo ser utilizado em qualquer produto considerado “não-orgânico”. Essas normas foram atualizadas pelo Ministério da Agricultura, no dia 10 de Janeiro de 2002, através da Instrução Normativa nº 006 (BRASIL, 2004c) e, no dia 23 de dezembro de 2003, através da Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003c).

De forma geral, para que uma atividade agrícola seja considerada como orgânica deve visar:

- a) a oferta de **produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de contaminantes intencionais** que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente;
- b) a preservação e a ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo;
- c) a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar; a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos (BRASIL, 2003c).

A nível internacional, a FAO/WHO elaboraram a Norma Codex de Rotulagem de Produtos Organicamente Cultivados e os EUA também apresentaram a Política Norteamericana para Alimentos Orgânicos. Na Europa, foi elaborado em 1991 o Regulamento nº 2092/91 para a produção biológica de produtos agrícolas, sendo efetuada uma última alteração em 19/02/2000 (FAO/WHO, 2004; EUA, 2004; CCE, 2004).

Segundo a legislação brasileira vigente, um produto orgânico é muito mais que um produto sem agrotóxicos e sem aditivos químicos. É o resultado de um sistema de produção agrícola que busca manejar de forma equilibrada o solo e demais recursos naturais (água, plantas, animais, insetos, etc.), conservando-os a longo prazo e mantendo a harmonia desses elementos entre si e com os seres humanos. Para ofertar ao consumidor alimentos saudáveis e mais nutritivos, o agricultor necessita trabalhar em harmonia com a natureza, recorrendo aos conhecimentos de diversas ciências como a agronomia, ecologia, sociologia, economia e outras. A produção orgânica obedece normas rígidas de certificação que exigem, além da não utilização de agrotóxicos e drogas venenosas, cuidados elementares com a conservação e preservação de recursos naturais e condições adequadas de trabalho (BRASIL, 2003c).

Na Figura 3 observam-se algumas práticas características de um sistema de cultivo orgânico, na RMC, tais como diversidade de culturas, utilização de mata nativa como proteção natural e o mato (ervas daninhas) convivendo harmonicamente.

FIGURA 3 - SISTEMAS ORGÂNICOS LOCALIZADOS NA RMC



FONTE: STERTZ, 2003a

NOTA: a e b - Sistemas orgânicos localizados no município de Colombo; c - Sistema orgânico localizado no município de Rio Branco do Sul

2.2.2 A busca de um novo modelo de desenvolvimento agrícola

Desde o final do século XIX, existia na Europa e, em especial na Alemanha, um movimento por uma alimentação natural que preconizava uma vida mais saudável.

No início do século XX, mais especificamente na década de 1920, surgiram as primeiras correntes *alternativas* ao modelo industrial ou convencional de agricultura. Segundo TATE (1994), o avanço lento destes movimentos e suas repercussões práticas ocorreram em função do forte *lobby* da agricultura química, ligada a interesses econômicos de uma agricultura moderna em construção.

A agricultura orgânica da atualidade representa a fusão de diferentes correntes alternativas de pensamento. Segundo EHLERS (1996) e DAROLT (2003a), o movimento orgânico está agrupado em quatro grandes vertentes: agricultura biodinâmica, biológica, orgânica e natural.

Entre as diferentes correntes de agricultura alternativa ao padrão convencional, a da agricultura orgânica é a mais difundida, sendo inclusive reconhecida junto aos consumidores como sinônimo de todas as outras. Essas correntes representam a busca de uma nova prática agrícola, que, no entanto, é moldada em função do processo social em que está inserida, determinando diferentes modos de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado (ASSIS e ROMEIRO, 2002).

Segundo BRANDENBURG (2002), no Brasil, a agricultura orgânica é praticada, na sua maioria, por agricultores familiares. Ela foi incorporada pela agricultura alternativa, que surgiu diante de contextos de uma política agrária excludente, motivada por organizações politicamente engajadas e visando a construção de uma sociedade democrática e com a perspectiva de transformação social.

Para DE-POLLI (2000) *apud* ASSIS e ROMEIRO (2002), a agricultura orgânica pode auxiliar o desenvolvimento rural, principalmente de comunidades de agricultores familiares, em decorrência da baixa dependência por insumos externos, pela alta preservação ambiental que proporciona e pelo aumento de valor agregado ao produto com conseqüente aumento de renda do agricultor. Atualmente, é alternativa em ampla

expansão no plano mundial, sendo preconizada, por diversos segmentos sociais, como opção para a promoção do desenvolvimento agrícola sustentável.

Ao se propor uma postura crítica em relação ao mercado de produtos orgânicos, tendo este como meio e não como objetivo principal do processo de desenvolvimento, acredita-se na possibilidade de implementação de um processo democrático de desenvolvimento agrícola sustentável, no qual os agricultores, principais personagens nesta empreitada, não deixem de ser sujeitos (ASSIS e ROMEIRO, 2002).

2.2.3 O cenário da produção orgânica

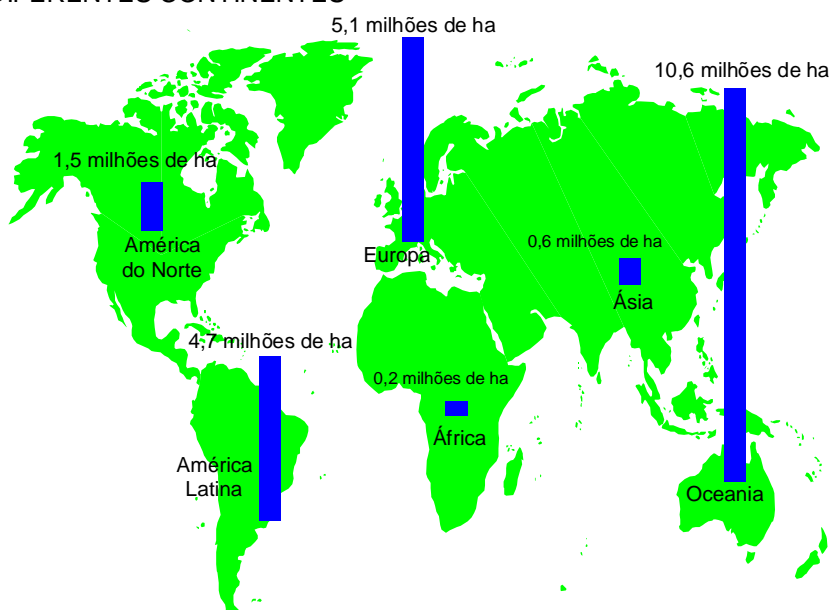
Segundo a Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM, 1995), o sistema orgânico já é praticado em mais de uma centena de países ao redor do mundo, sendo observada uma rápida expansão, sobretudo na Europa, EUA, Japão, Austrália e América do Sul. Esta expansão está associada, em grande parte, ao aumento de custos da agricultura convencional, à degradação do meio ambiente e à crescente exigência dos consumidores por produtos “limpos”, livres de substâncias químicas e/ou geneticamente modificados.

De acordo com YUSSEFI e WILLER (2003), **mundialmente** cerca de 23 milhões de ha são manejados organicamente em aproximadamente 400.000 propriedades orgânicas, o que representa pouco menos de 1% do total das terras agrícolas do mundo. A maior parte destas áreas está localizada na Austrália (10,5 milhões de ha), Argentina (3,2 milhões de ha) e Itália (cerca de 1,2 milhão de ha). Conforme mostra a Figura 4, a Oceania tem aproximadamente 46% da terra orgânica do mundo, seguida pela Europa (23%) e América Latina (21%). É importante destacar que os países que têm o maior percentual de área sob manejo orgânico em relação à área total destinada à agricultura, computam a área de pastagem, como mais de 90% da área de produção orgânica da Austrália e Argentina ou, nos países da Europa como Áustria, com 80%; na Holanda, com 56%; na Itália, 47% e no Reino Unido 79% em área de pastagem.

Numa análise comparativa entre o tamanho de área manejada sob o sistema orgânico e o número de propriedades orgânicas é possível perceber que a maior parte

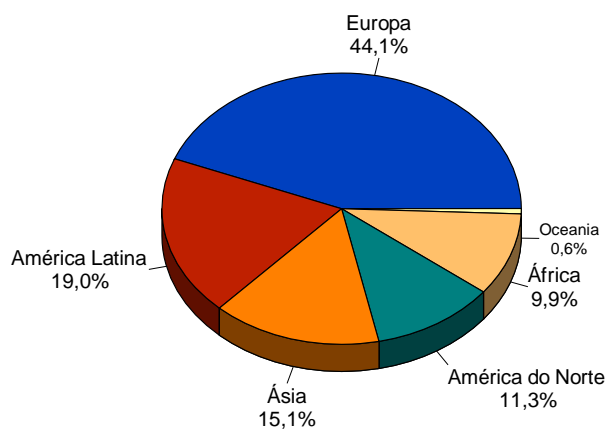
do volume da produção orgânica mundial ainda é proveniente de pequenas e médias propriedades. Considerando o total de fazendas que usam o sistema agrícola orgânico, conforme a Figura 5, a proporção maior está principalmente na Europa (44,1%), América Latina (19,0%) e Ásia (15,1%) (DAROLT, 2003; YUSSEFI e WILLER, 2003).

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DAS ÁREAS EM AGRICULTURA ORGÂNICA, SEGUNDO OS DIFERENTES CONTINENTES



FONTE: YUSSEFI e WILLER, 2003 *apud* DAROLT, 2003

FIGURA 5 – PERCENTUAL DO NÚMERO TOTAL DE PROPRIEDADES ORGÂNICAS, SEGUNDO OS DIFERENTES CONTINENTES



FONTE: YUSSEFI e WILLER, 2003 *apud* DAROLT, 2003

Ainda que as estatísticas sobre o setor de alimentos orgânicos sejam insuficientes para identificar o tamanho deste mercado, estimativas do International Trade Center (ITC), instituição ligada à Organização Mundial do Comércio (OMC), mostram que o comércio mundial de alimentos orgânicos (considerando 16 países europeus, América do Norte e Japão) movimentou aproximadamente US\$ 17,5 bilhões em 2000, cerca de US\$ 21 bilhões em 2001 e indicam vendas mundiais entre US\$ 23 e 25 bilhões em 2003 e, provavelmente, 29 a 31 bilhões em 2005 (KORTBECH-OLESEN, 2003 *apud* DAROLT, 2003).

Os números apresentados são expressivos e mesmo considerando o rápido crescimento dos últimos anos, o segmento de alimentos orgânicos pode ser considerado um nicho de mercado, visto que a comercialização destes produtos representam apenas uma pequena parcela do total de alimentos não mais que 3% a 4%; mostrando o enorme potencial de crescimento para este setor, em todo o mundo.

A constatação deste potencial tem sido observada pela rápida implementação, desde o início dos anos 90, deste sistema de produção na **Europa, Estados Unidos** e demais países, pelo estabelecimento de programas de pesquisa e educação, pela introdução de novas legislações definindo alimento orgânico e estabelecendo programas de certificação. Um exemplo é a **Argentina**, que apresenta a maior área certificada na América do Sul, e o **Japão**, cujo mercado potencial movimenta cerca de US\$ 4 bilhões em produtos orgânicos.

A agricultura orgânica está, praticamente, em todos os países da **América Latina** apresentando rápida ascensão no mercado; já ocupando o terceiro lugar mundial em termos percentuais e perfazendo cerca de 21% da superfície total manejada no sistema orgânico de produção.

Em 2003, cerca de 75 mil produtores cultivaram aproximadamente 4,7 milhões de has sob manejo orgânico na América Latina (Tabela 1). Os países com as maiores percentagens da área total com agricultura orgânica foram: Argentina, Uruguai, Costa Rica e Chile. Em termos de número de produtores orgânicos, o destaque foi para o

Peru, Brasil e República Dominicana, evidenciando a importância das pequenas propriedades familiares (DAROLT, 2003; YUSSEFI e WILLER, 2003).

TABELA 1 – SITUAÇÃO DA AGRICULTURA ORGÂNICA EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE PRODUTORES E ÁREA AGRÍCOLA EM PAÍSES DA AMÉRICA LATINA, 2000 – 2001

PAÍS	ÁREA ORGÂNICA (ha)	NÚMERO DE PRODUTORES	% ÁREA TOTAL	DATA
Argentina	3.192.000	1.900	1,89	2001
Bolívia	19.634	5.240	0,06	2001
Brasil	275.576	14.866	0,08	2001
Chile	3.300	300	1,50	2000
Colômbia	30.000	4.000	0,24	2001
Costa Rica	8.974	3.569	2,00	2000
R. Dominicana	14.963	1.000	0,40	2001
El Salvador	4.900	1.000	0,31	2000
Guatemala	14.746	2.830	0,33	2000
Nicarágua	7.000	2.000	0,09	2001
Paraguai	61.566	2.542	0,26	2001
Peru	84.908	19.685	0,27	2001
Uruguai	678.481	334	4,00	2001
Outros	78.065	5.533	-	2000/01
Total	4.743.813	75.799	-	-

FONTE: DAROLT (2003a); YUSSEFI e WILLER (2003)

A explicação para tal quadro na América Latina pode ser das repercussões da agricultura convencional, mas vale lembrar a tradição milenar de cultivo da terra que acumulando experiências, como a dos Incas e Astecas, buscavam a interação com o meio ambiente sem acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico. Há que ser considerado também a característica dos agricultores tradicionais, que utilizando a autoconfiança criativa, o conhecimento empírico e os recursos locais disponíveis, freqüentemente desenvolveram sistemas agrícolas com produtividade sustentável.

Assim como na Europa e Estados Unidos, a expansão do sistema agrícola orgânico se faz presente na América Latina seja pelo apoio técnico das diversas organizações, como o Movimento Agroecológico Latino Americano (MAELA), ou pela grande demanda.

Convém ressaltar que o fato de não haver um processo regulamentado na maioria dos países da América Latina faz com que a produção agrícola para exportação seja certificada por empresas estrangeiras, sobretudo companhias norte-americanas e

européias, apresentando altos custos de certificação, que em muitos casos acaba sendo um entrave para a expansão do mercado. A expansão deste setor está associada, em grande parte, ao aumento da demanda por produtos livres de agrotóxicos e ao controle de técnicas que não degradam o meio ambiente, pelo elevado custo de produção da agricultura convencional e pelo baixo poder aquisitivo dos agricultores latino-americanos. Contudo, o quadro é positivo, se forem considerado exemplos como a Argentina, que é o país com a maior área certificada na América Latina, ocupando o segundo lugar em nível mundial, atrás da Austrália (DAROLT, 2003); e o fato de que a maioria dos países da América Latina não possui uma legislação eficiente que regule a produção e comercialização de alimentos orgânicos, mas que alguns países como o Brasil, Chile e Paraguai já iniciaram o processo de regulamentação; ou então como a Argentina, em 1994, e a Costa Rica, que estabeleceram seus regulamentos.

Apesar da maior parte da produção orgânica ser destinada à exportação, alguns países da América Latina apresentam um grande potencial para expansão do mercado interno, como é o caso do Brasil, Argentina, Chile e Uruguai.

Os princípios da agricultura orgânica foram introduzidos no **Brasil** no início da década de 1970, quando se começava a repensar o modelo convencional de produção agropecuária. Duas experiências de cunho prático surgiram quase que simultaneamente neste período e marcam o início da produção orgânica no País; a primeira foi pela Fundação da Estância Demétria (Botucatu/SP), seguindo os princípios da agricultura biodinâmica, e a outra foi pela instalação de uma granja orgânica pelo engenheiro agrônomo Yoshio Tsuzuki (Cotia/SP).

De 1973 a 1995, o desenvolvimento da agricultura orgânica ocorreu de forma muito lenta em todo País, passando por diferentes etapas ligadas a contextos sócio-econômicos e movimentos de idéias contrárias à agricultura convencional.

Entre os marcos históricos, em 1981, houve o I Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa (EBAA), em Curitiba - PR, como primeira iniciativa importante para sistematização das idéias e experiências ligadas a movimentos alternativos no Brasil. Ainda nessa década, realizaram-se outros três encontros na mesma linha, considerados

como marco de referência recente dos movimentos alternativos, que contribuíram para a penetração da agricultura orgânica (PIANNA, 1999).

Outra iniciativa importante foi a criação do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), no Município de Botucatu - SP, em 1984. Até o final da década de 1980, foram criados ainda a Associação Mokiti Okada, o Centro de Pesquisa em Agricultura Natural e a Associação de Agricultura Orgânica (AAO); todos no Estado de São Paulo. No Paraná, o Instituto Verde Vida de Desenvolvimento Rural (IVV), seguindo as idéias do IBD, também contribuiu para impulsionar o sistema. Paralelamente, apareceram uma série de ONGs e associações de produtores e consumidores engajadas com a agricultura orgânica, como a Associação dos Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO), a Cooperativa de Consumidores e Produtores (COOLMÉIA) de Porto Alegre - RS, a Associação de Agricultura Ecológica (AAGE) de Brasília - DF, a Associação Gurucuia de Londrina - PR e a Associação de Agricultura Orgânica do Paraná (AOPA) (DAROLT, 2000).

No ano de 1994, começaram a surgir as primeiras pressões internacionais, destacadamente da Comunidade Econômica Européia, pelo estabelecimento de normas nacionais para o processo de produção e comercialização de produtos orgânicos no País. O resultado dessas pressões foi a criação do Comitê Nacional de Produtos Orgânicos¹, formado pelas principais entidades com atuação concreta na produção orgânica.

Depois de alguns anos de discussão e opiniões conflitantes, sobretudo em relação às formas de certificação, o Brasil conseguiu avançar num ponto crucial para regulamentação da agricultura orgânica, dada pela Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), pela Instrução Normativa nº 006 (BRASIL, 2004c) e pela Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003c), que dispõem sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Estes documentos são a referência nacional para disciplinar a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal.

¹ Este Comitê foi formado por intermédio da Portaria Ministerial nº 7.190, de 13.09.94, DOU 14.09.94.

Alguns dados sobre o estado da arte da agricultura orgânica no Brasil foram apresentados pelo **Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD)** no I Encontro de Agricultura Orgânica (EAO), em 1999 em São Paulo - SP, indicando o crescimento do mercado orgânico no início da década de 1990, em cerca de 10% ao ano e alcançando próximo a 50% ao ano nos três anos seguintes. Portanto, superior aos países da União Européia e Estados Unidos, onde o mercado cresceu em média 20% a 30% ao ano. Acompanhando o crescimento do mercado, neste mesmo período, cerca de 1500 produtores foram certificados pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), além de outras 1.200 unidades de produção certificadas por entidades como a Cooperativa Ecológica Coolméia Ltda. - RS e a Associação de Agricultura Orgânica (AAO) - SP, totalizando 2.700 produtores certificados no Brasil em 1999 e ocupando uma área aproximada de 30.000 has. A partir dessa data houve uma diversificação de entidades certificadoras no mercado brasileiro e local, fato que dificultou o acesso e a sistematização das informações.

A certificação orgânica nacional é realizada por cerca de 19 agências certificadoras, 11 nacionais e 8 internacionais, que atestam que a produção do alimento obedeceu as normas de qualidade orgânica e viabilizando sua rastreabilidade (DAROLT, 2003).

No Brasil e na América do Sul, o **IBD** tem atuado auxiliando no desenvolvimento de um padrão de agricultura sustentável baseada em novas relações econômicas, sociais e ecológicas, face estar habilitada internacionalmente a conceder a Certificação. Atua também no acompanhamento de 294 projetos localizados desde o Acre até a Argentina, com a maior concentração nos estados de São Paulo (125) e Paraná (43); destes, 19 são propriedades certificadas na RMC. Estes projetos envolvem praticamente todos os produtos agrícolas e extrativistas não-madeireiros como soja, trigo, feijão, milho, café, suco de laranja, algodão, hortaliças, guaraná, urucum, óleo de dendê, óleo de babaçu, erva-mate, castanha-de-cajú, cana-de-açúcar e seus derivados, mel, palmito pupunha e, até mesmo, algodão e tecidos. No Paraná estão envolvidos neste trabalho cerca de 3.000 produtores alcançando uma área total de 237.000 ha; destes, 59.000 ha já são orgânicos (IBD, 1997; DAROLT, 2003; IBD, 2003).

A dinâmica de **comercialização** dos produtos orgânicos tem sido retratada no mercado interno, segundo HARKALY (1998), nas feiras, que apresentaram um movimento em torno de R\$ 1 milhão por ano, ocorrendo principalmente em cidades como Porto Alegre, Curitiba, Londrina, São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Brasília. Os agricultores que organizam as feiras são, em sua maioria, pequenos e filiados a associações. Além disso, grandes cadeias de supermercados oferecem gôndolas exclusivas para produtos orgânicos, sobretudo em São Paulo, Curitiba e Porto Alegre. Por enquanto, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul concentram cerca de 80% da produção nacional de alimentos orgânicos. Enquanto que as exportações brasileiras têm ocorrido sobretudo para a União Européia, Estados Unidos e Japão (DAROLT, 2003).

A história da agricultura orgânica no **Estado do Paraná** é relativamente recente. No início da década de 1980, foram realizados os primeiros trabalhos de organização de produtores orgânicos no Município de Agudos do Sul, região sul do Estado. De forma pioneira, o engenheiro agrônomo Geraldo Deffune - na época técnico local da Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-PR) - iniciou o trabalho de organização com 15 olericultores, chegando a 25 produtores na segunda metade da década de 1980 (EMATER-PR, 2003a).

Em meados dos anos 80, em Agudos do Sul havia uma iniciativa de produção orgânica/biodinâmica, estimulada e coordenada pela EMATER-PR. O escoamento da produção era feito através de entregas diretas de “cestas” semanais, envolvendo especialmente funcionários públicos e consumidores conscientes. Outra experiência importante foi a da Chácara Verde Vida, no município de Colombo, que depois de ter seus produtos rejeitados por atacadistas da CEASA-PR, iniciou a venda direta em Curitiba, através de uma loja própria e de uma barraca junto à feira de artesanatos aos domingos, evoluindo para um restaurante vegetariano, o Green Life, que sempre absorveu parte da produção ecológica da região, estimulando outras famílias produtoras (AOPA, 2003).

No dia 06 de junho de 1993, através do trabalho da EMATER-PR e da ONG Instituto Verde Vida de Desenvolvimento Rural (IVV), foi possível reunir um grupo

crescente de agricultores ecológicos da RMC em torno de uma feira de produtos orgânicos, a **Feira Verde de Curitiba**. No início, a Feira Verde acontecia aos domingos, no mesmo espaço da Feira de Artesanato de Curitiba, no Largo da Ordem. A feira, que iniciou com cerca de oito barracas envolvendo 15 produtores, não conseguiu o destaque necessário no espaço conjunto com a Feira de Artesanato. Desse modo, o número de barracas foi diminuindo, chegando a cinco barracas no final de 1994 (AOPA, 2002).

Após uma pesquisa realizada pela Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (SMAB) de Curitiba, por solicitação dos agricultores orgânicos, resolveu-se mudar o dia e local da Feira Verde. Em 18 de março de 1995, a Feira Verde começou a funcionar todos os sábados pela manhã no Passeio Público, com a participação de 10 barracas envolvendo cerca de 25 agricultores orgânicos da RMC. Em 2003 a feira contava com 20 barracas e envolve 36 produtores de diferentes regiões do Estado. Com a necessidade de atendimento do aumento da demanda e das exigências do consumidor foram abertos três novos espaços de feira, durante a semana, na cidade de Curitiba: no terminal de ônibus da Campina da Siqueira, ao lado da igreja do Jardim Botânico e a Feira Agroecológica Vila das Torres, propiciando a comercialização de alimentos agroecológicos para a população de baixo poder aquisitivo da periferia. Também surgiram feiras nas cidades da Lapa, Ponta Grossa e Palmeira (AOPA, 2004).

O aumento da produção agroecológica na região gerou a necessidade de organizar e representar politicamente as famílias agricultoras na sociedade, com ênfase para a viabilização do escoamento dos produtos ecológicos. Assim, no dia 10 de setembro de 1995, um grupo de agricultores, técnicos e alguns consumidores, representando iniciativas de diferentes regiões do Paraná, reuniram-se para fundar a **Associação de Agricultura Orgânica do Paraná - AOPA**, contudo sua atuação restringia-se, basicamente, à Região Metropolitana de Curitiba. A retomada do processo de organização das famílias agroecológicas da região pela AOPA culminou com a formação do Núcleo da **Rede Ecovida** Maurício Burmester do Amaral, em dezembro de 2002, reunindo 204 famílias em 18 grupos de 12 municípios, duas associações de

agricultores, uma ONG (de consumidores), duas comercializadoras e duas processadoras. A Rede Ecovida atua mais a nível local e regional (AOPA, 2002).

Em relação a certificação de produtos orgânicos, desde 2003, o **TECPAR CERT** vem atuando como uma empresa pública e de direito privado paranaense. Atualmente está elaborando processos de certificação de quatro propriedades em São José dos Pinhais e propostas de certificação para grupos de produtores em nove municípios do Norte Pioneiro do Paraná, num total de 25 produtores (TECPAR, 2004). Além desta empresa, do IBD e da IMO (2003) a AAO (2003) também vem certificando produtos orgânicos no Paraná.

Assim como a AOPA, outras associações, empresas e produtores independentes atuam produzindo e comercializando produtos orgânicos na RMC. A **APAC** - Associação dos Produtores Agrícolas de Colombo, que atua há cerca de 17 anos no município de Colombo, funciona como centro de comercialização de hortícolas orgânicas, convencionais e hidropônicas, e cujos produtos são certificados pelo IBD. Essa associação congrega cerca de 100 associados, dos quais 80 são agricultores entre 50 convencionais e 30 orgânicos (APAC, 2003).

A produção da APAC visava atender inicialmente a cidade de Curitiba e região metropolitana, contudo em 2003 a comercialização dos produtos atendia cerca de 30 lojas espalhadas na região metropolitana (nove em redes de supermercados), cinco lojas no Rio Grande do Sul, quatro lojas em Santa Catarina, e em outras no norte do Paraná naquele período. A estimativa mensal de produção girava em torno de 120 ton por mês, sendo 70% de origem convencional, aqui também incluídas as hidropônicas, e 30% de origem orgânica, numa área de plantio em torno de 85 has.

A expansão da produção e da comercialização de produtos pela APAC pode ser evidenciada pelos dados de 2000 até 2003. Visto que foram comercializadas 173,5 ton de hortícolas orgânicas em 2000, 452,6 ton em 2001 e 536,3 ton em 2003, correspondendo a um crescimento de mais de 300% nos últimos três anos. Em relação às hortícolas convencionais, foram comercializadas 956 ton em 2001 e 1015 ton em 2002. Assim, para ambos os tipos de cultivos existe uma perspectiva de crescimento, como de 25% para o ano em curso (de 2004) (APAC, 2003).

Uma das maiores representantes privadas da agricultura orgânica na RMC é a empresa **Rio de Una** Agrícola S/A, fundada em 1995. Atua na gestão e tecnologia de processamento de frutas, legumes e verduras "in natura", refrigerados, embalados em atmosfera modificada, controlada ou vácuo.

A empresa conta com 44 produtores, sendo 2 convencionais, 6 em conversão e o restante orgânicos. Possui 2 bases produtoras, sendo uma em Curitiba e outra na região norte do Paraná, nos municípios de Uraí, Jandaia e Paranaíba (mandioca). Processa cerca de 700 ton de matéria-prima por mês, sendo 40% de produtos orgânicos e o restante de produtos convencionais, principalmente batata, cebola e tomate. Possui uma Central de Processamento no município de São José dos Pinhais e seis Pólos Consumidores, distribuídos no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de um Centro de Distribuição. A empresa comercializa seus produtos para restaurantes, cozinhas industriais, grandes redes de supermercados e empresas. (RIO DE UNA, 2003).

Outra empresa voltada à produção e comercialização de alimentos orgânicos na RMC é a **Fruto da Terra**, com produção inspecionada e certificada pelo IBD. A empresa atende as principais redes de supermercados da RMC, entregando mercadorias em cerca de 40 lojas. Os alimentos são produzidos em cinco propriedades da Empresa, sendo três em Colombo e duas em Morretes, onde, além das cinco famílias com parceria, trabalham mais de 20 funcionários contratados para trabalhos nas hortas (FRUTO DA TERRA, 2001 e 2003).

A perspectiva de aumento do número de agricultores e institucionalização da agricultura orgânica é presente, face os projetos e propostas para seu desenvolvimento no Estado do Paraná², os quais atendem à sistematização do processo de produção orgânica e acompanhamento desde 1996.

O Paraná é o segundo estado brasileiro com o maior número de agricultores orgânicos, ficando atrás apenas do Rio Grande do Sul. Possui cerca de 3900

² Para maiores detalhes consultar o documento "Projeto Paraná de Agricultura Orgânica", coordenado pelo Departamento de Agricultura e Abastecimento (DAGRI) da SEAB-PR.

produtores, porém apenas 50% são certificados. São Paulo possui a maior área com produção orgânica (EMATER, 2004).

As Figuras 6 e 7 indicam aumento de produção orgânica (cerca de 1400%) no Estado do Paraná, impulsionado pelo aumento de demanda pelo consumidor e justificado também pelo crescimento do número de produtores nos últimos sete anos (cerca de 500%) (EMATER, 2004).

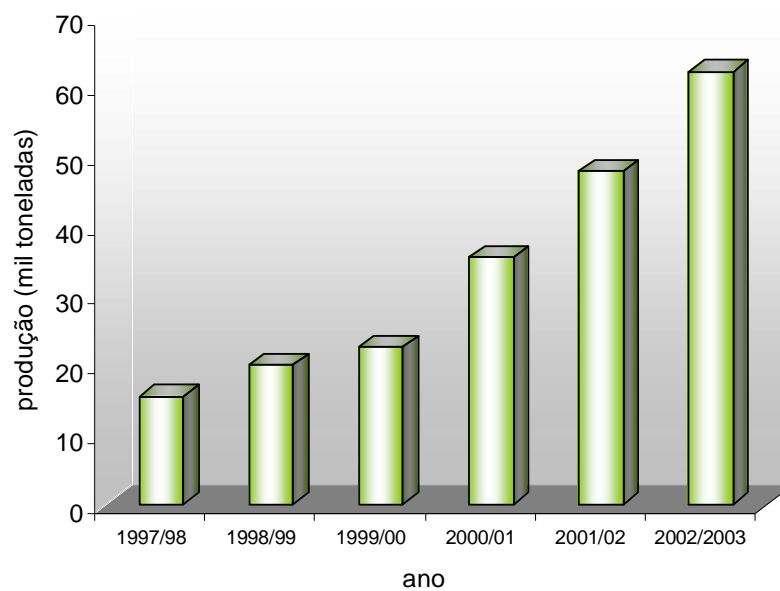
Enquanto nos últimos sete anos a RMC era responsável por cerca de 70% da produção de hortícolas, o fato de terem surgido novos polos produtores (Londrina, Medianeira, Apucarana, Marilândia do Sul) fez com que essa relação baixasse para 50%. Entretanto, para muitos municípios da RMC, a olericultura corresponde a mais que 50% da produção bruta, sendo 89% em Colombo, 66% em Agudos do Sul, 57% em Araucária e Marilândia, 55% em Contenda e 51% em São José dos Pinhais. O Estado tem aumentado sua produção de grãos, razão pela qual a produção de hortícolas passou de 6% para 4% do total da produção agrícola (EMATER, 2004).

A produção orgânica paranaense é desenvolvida numa área de aproximadamente 12.000 ha e está centrada basicamente em cinco produtos: a cana-de-açúcar (392 ha), a soja (5894 ha), as **frutas** (835 ha), as **hortaliças** (593 ha) e a mandioca (163 ha) (Figura 8). O açúcar mascavo e a soja são os principais produtos para exportação, entretanto a cachaça também tem tido boa receptividade em outros países (EMATER-PR, 2004).

Conforme a Figura 8, as hortícolas são produzidas basicamente na Região Metropolitana de Curitiba, Região Norte, Noroeste e Centro-Sul do Paraná. Em relação às frutas orgânicas, são produzidas o caqui, pêssego, acerola, goiaba, citrus, morango e, em maior escala de comercialização, a banana.

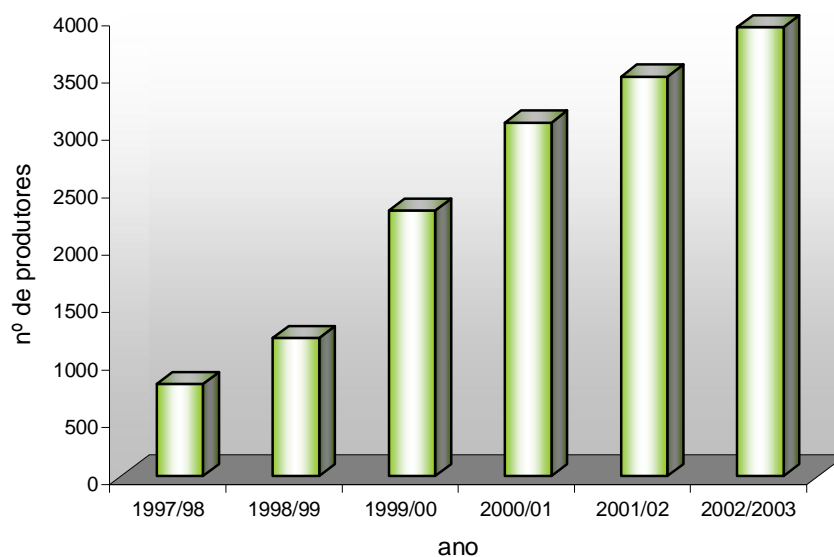
Apesar das estimativas realizadas, ainda não existe uma base de dados bem estruturada sobre o estado da arte da agricultura orgânica paranaense.

FIGURA 6 - EVOLUÇÃO DO VOLUME DE PRODUÇÃO ORGÂNICA NO ESTADO DO PARANÁ – 1996 A 2003



FONTE: EMATER-PR, 2004.

FIGURA 7 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE PRODUTORES ORGÂNICOS NO ESTADO DO PARANÁ – 1996 A 2002



FONTE: EMATER-PR, 2004.

FIGURA 8 - MAPA ESQUEMÁTICO DE DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA NO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: EMATER/PR, 2003

Quanto à renda bruta da produção orgânica no PR., em função da queda na safra de 2002/2003, situou-se em torno de 50 milhões de reais, ao invés de 55 milhões previstos, tendo atingido cerca de 62 mil ton entre olerícolas, cereais e frutas. A soja deixou de ser o principal produto orgânico de exportação, cedendo lugar ao açúcar mascavo, com 12.154 e 15.079 ton, respectivamente, tendo sido sugerido o fato de haver um bom preço para a soja convencional ter diminuído o interesse na comercialização de soja orgânica. Devem ser considerados também a produção de 172

ton de carne de suínos, aves e peixes, além de cerca de dois milhões de litros de leite produzidos organicamente (EMATER, 2004).

Segundo DAROLT (2003a), vários estudos têm mostrado que os agricultores orgânicos que seguem um enfoque agroecológico conseguem resultados satisfatórios em vários aspectos ligados à sustentabilidade. O selo de qualidade orgânica é um indicativo de que os alimentos foram produzidos e processados de acordo com as normas orgânicas, o que significa um adicional em termos de qualidade agrônômica quando comparado ao alimento convencional.

2.2.4 O papel do consumidor na agricultura orgânica

AMSTALDEN (1994) centrou suas atenções para a importância dos consumidores no desenvolvimento de um modelo de agricultura alternativo ao convencional, pois através da **conscientização** e pela pressão por eles exercida é que a agricultura alternativa poderia conquistar espaço, inclusive na grande produção, para chegar a um momento em que seja o modelo dominante.

Para AZEVEDO (2003), a preocupação crescente com o binômio **dieta-saúde** vem contribuindo para o aumento de pessoas que consomem os produtos integrais orgânicos. Alguns consumidores buscam qualidade de vida e preocupam-se com o conceito de promoção e prevenção de doenças disseminado hoje pela World Health Organization e que vem de encontro ao consumo de alimentos orgânicos.

De acordo com pesquisa realizada em feiras de alimentos orgânicos nas cidades de São Paulo e Curitiba, a maioria desse grupo é um consumidor fiel, do sexo feminino (66%), tem entre 31 e 50 anos, são profissionais liberais, de nível de instrução elevado e bom nível de renda familiar. Além disso, 54,9% dos entrevistados têm o hábito de práticas desportivas e contato freqüente com a natureza, visitando bosques e parques (DAROLT, 2000).

Nas redes de supermercado da RMC, além do desconhecimento do que seja um produto orgânico, existe muita confusão com os hidropônicos, ainda que, normalmente, as hortaliças orgânicas são embaladas individualmente, trazendo uma identificação que

atesta a origem do produto. Também são confundidos com produtos convencionais processados, eventualmente cortados e embalados em atmosfera modificada, os quais em suas embalagens trazem os dizeres "natural, sem conservantes e aditivos", referido à forma como o produto foi embalado e não como foi produzido (DAROLT, 2003). Isso demonstra a necessidade de informar o consumidor das diferenças, das vantagens e riscos dos produtos obtidos em diferentes sistemas de cultivo.

Em Curitiba, o movimento dos consumidores orgânicos tem evoluído. Alguns acontecimentos marcaram o início de sua participação. O primeiro foi a criação do Conselho Estadual de Agricultura Orgânica, na Feira do Paraná, em 1999, e em 15 de julho de 2000 foi fundada a Associação dos Consumidores de Produtos Orgânicos do Paraná, entidade privada e sem fins lucrativo. Essa Associação conta com 300 associados e tem entre seus objetivos organizar passeios-visita às propriedades orgânicas da região, difundindo as técnicas de produção orgânica e as atrações do turismo rural de cada região. Segundo os organizadores, esse grupo pretende, além de zelar pelo controle de qualidade, colaborar para que estes alimentos cheguem mais baratos às prateleiras dos supermercados e também representar os consumidores orgânicos em eventos de interesse e na Câmara Setorial da Cadeia Produtiva Orgânica no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em Brasília (DAROLT, 2003; ACOPA, 2004).

Como visto, a organização social e/ou produtiva e de comercialização de produtos orgânicos tem possibilitado a aproximação entre consumidores e produtores orgânicos, contudo depende ainda, de modo mais efetivo, da integração dos profissionais das diferentes áreas da saúde, produção de alimentos, agricultura, veterinária, educação e ecologia para contribuir interdisciplinarmente no fortalecimento deste processo e impulsionar uma forma mais ética de produzir alimentos e promover saúde (AZEVEDO, 2003; ACOPA, 2004).

2.3 SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO

A palavra **hidroponia** tem origem no grego: *Hidro* quer dizer água e *Ponos* significa trabalho. A única diferença entre as expressões “hidrocultura” e “hidroponia” é o fato de a primeira incluir o sufixo latino “cultura”, enquanto a segunda conserva o sufixo grego “ponia”.

A hidroponia pode ser definida como a ciência capaz de desenvolver plantas na ausência do solo ou, simplesmente, cultivar sem solo. Os nutrientes que a planta precisa para seu desenvolvimento e produção são fornecidos somente por água. Este significado opõe-se à agricultura convencional, que poderia ser denominada de geoponia (*geo* = terra), ou agroponia, que significa “trabalho da terra”, ou simplesmente agricultura. As plantas são colocadas em canais ou recipientes por onde circula uma solução nutritiva, que é composta de água pura e de nutrientes dissolvidos de forma balanceada, de acordo com a necessidade de cada espécie vegetal. Geralmente, o cultivo das sementes é feito em tubos de PVC cortados no sentido transversal ou em telhas de amianto onduladas. Esses canais ou recipientes podem ou não ter algum meio de sustentação para as plantas, como pedrinhas ou areia. A solução nutritiva tem um controle rigoroso para manter suas características, periodicamente é feito um monitoramento do pH e da concentração de nutrientes, assim as plantas crescem sob as melhores condições possíveis. A irrigação é feita através de uma bomba (FRONTY, 1985; DOUGLAS, 1991; FURLANI, 1995; MORAES, 1997; CARRIJO e MAKISHIMA, 2000; CARNEIRO e BRILHANTE, 2001).

Na hidroponia ou sistema de cultivo hidropônico as plantas são desenvolvidas na ausência do solo. Os nutrientes que a planta precisa para seu desenvolvimento e produção são fornecidos somente por água. Por isso esse sistema de cultivo pode ser desenvolvido em regiões mais inóspitas com baixas temperaturas ou mesmo em regiões desérticas.

A hidroponia teve **origem** em experimentos que visavam determinar os elementos essenciais e suas considerações ao desenvolvimento vegetal, quando extraídos do solo, do ar e da água (MORAES, 1997).

O interesse do homem pelo cultivo hidropônico é muito antigo, como pode ser observado nos trabalhos de VAN HELMONT (1650), WOODWARD (1699), DU HAMEL (1758), DESAUSSURE (1804), LIEBIG (1850), SACHS e KNOP (1856 a 1860), NAEGELI e ZÖLLER (1868), *apud* PENNINGSFELD e KURZMANN (1983), DOUGLAS (1991) e CARNEIRO e BRILHANTE (2001).

Durante os anos de 1859 e 1865, VON SACHS, professor de Botânica da Universidade de Würzburg, na Alemanha, conduziu estudos adicionais que tornaram possível o desenvolvimento de um tipo de cultura sem terra em laboratório. Por volta de 1920, essa técnica já era universalmente aceita para trabalhos dessa natureza. Mas apenas dez anos depois o professor americano WILLIAM F. GERICKE, da Universidade da Califórnia, tentou transformar o que era uma cultura sem terra, estilo laboratório, em uma técnica de utilização prática e geral e no cultivo de tomateiros. A difusão da nova técnica de hidroponia possibilitou uma grande variedade de outras plantas como flores, cereais, tubérculos e frutas, tendo um impulso adicional com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, em 1939, quando o Exército norte-americano e a Real Força Aérea instalaram unidades de hidroponia em suas bases militares e produziram milhares de toneladas de legumes e verduras, consumidas pelos soldados aliados durante os anos de guerra (DOUGLAS, 1991).

Apesar da técnica estar comprovada na produção de alimentos, no princípio, somente os cientistas utilizavam cultivos com nutrição balanceada em seus experimentos de nutrição e foram os precursores dos primeiros cultivos hidropônicos. Neste período, o custo dos fertilizantes era elevado e sua pureza contestada, o que inibia e limitava o desenvolvimento dos cultivos hidropônicos em grande escala (MORAES, 1997).

Com o advento da plasticultura, muitas técnicas de cultivo se estabeleceram e trouxeram perspectivas de trabalho em ambiente protegido. O fato de proteger as plantas das intempéries trouxe um ganho em produtividade e qualidade, facilitando a vida do produtor. Este processo produtivo ainda está se estabelecendo em muitas regiões e seu conhecimento e aprendizado tendem a ser longos. Para FURLANI (1995)

e MORAES (1997), a hidroponia é uma técnica utilizada mundialmente pelo produtor rural.

Na América do Norte, na Europa e também no Japão há unidades comerciais que produzem grandes quantidades de verduras frescas, durante o ano todo, para alimentar os moradores da zona urbana. No deserto do Saara e na região árida da Península Arábica, companhias petrolíferas e organizações governamentais mantêm instalações hidropônicas para suprir seus funcionários com verduras frescas. As Forças-Armadas norte-americanas mantêm ativas suas unidades localizadas no Extremo Oriente; e, na Índia, há milhares de moradores que cultivam os vegetais essenciais para a sua alimentação em unidades hidropônicas simples, colocadas sobre o telhado das casas ou em algum lugar no quintal. Regiões como as Ilhas Canárias conseguem equilibrar sua economia exportando, anualmente, grandes quantidades de tomates, pepinos e verduras, produzidas por métodos hidropônicos para países industrializados como a Inglaterra. O mesmo se dá com plantadores de Porto Rico e México que embarcam grandes quantidades de frutas e verduras para os mercados dos Estados Unidos e do Canadá. Outros países ainda são mencionados, onde a cultura hidropônica é de uso corrente: Rússia, Austrália, Nova Zelândia, Espanha, África do Sul, Israel (particularmente no Deserto de Negev e ao longo do Mar Morto), Itália, países escandinavos, Bahamas, África Central e Oriental, Kuwait, Brasil, Polônia, Singapura, Malásia e Irã. Os aspectos relativos à pesquisa e à extensão são coordenados pela Sociedade Internacional de Jardinagem Sem Terra – *International Society for Soilless Culture* (ISOSC), filiada à Sociedade Internacional de Ciências Horticolas, com sede em Wageningen, Holanda (DOUGLAS, 1991).

Entre as plantas obtidas por hidroponia, a alface é a mais cultivada, mas pode-se encontrar brócoli, feijão-vagem, repolho, couve, salsa, melão, agrião, pepino, beringela, pimentão, tomate, beterraba, rabanete, abobrinha, arroz, morango, forrageiras para alimentação animal, mudas de árvores, plantas ornamentais, entre outras espécies.

A diferença básica entre os dois sistemas de cultivo, convencional e hidropônico, em relação à absorção de nutrientes, é que no solo há a necessidade da mineralização dos elementos químicos para posteriormente serem fixados ao complexo coloidal ou

retirados pelas raízes das plantas. Nesta mineralização pode ocorrer a ação de microrganismos decompositores da matéria orgânica ou a própria dissolução dos sais naturais presentes no solo. No sistema hidropônico, a adição de sais fertilizantes à água fornece diretamente a quantidade de íons necessários na solução nutritiva (MORAES, 1997).

CARMO JR. (2002) destaca algumas vantagens do cultivo hidropônico, já que o cultivo é feito longe do solo, sem contaminantes, como bactérias, fungos, insetos e parasitas. Os vegetais são mais saudáveis, pois cresceram em um ambiente controlado, procurando atender às exigências da cultura; duram mais na geladeira. Todo produto hidropônico é vendido embalado, não entrando em contato direto com mãos, caixas, caminhões, etc. e pela embalagem é possível identificar: marca, cidade da produção, nome do produtor ou responsável técnico, características do produto e telefone de contato.

São ainda ressaltadas outras vantagens da agricultura hidropônica para o produtor: não é necessário realizar operações como aração, gradeação, coveamento e capina. Não há preocupação com rotação de culturas. A produtividade e uniformidade da cultura são maiores. Maior qualidade, durabilidade e aceitação do produto, sem desperdício de água e nutrientes. Redução ou ausência de pulverizações de agrotóxicos. Pode ser realizada em qualquer local, mesmo onde o solo é ruim para a agricultura. Alguns produtos apresentam, como é o caso do tomate, um maior teor de cálcio e ferro (PENNINGSFELD e KURZMANN, 1983; CARNEIRO e BRILHANTE 2001; CARMO JR., 2002). Segundo CARNEIRO e BRILHANTE (2001), deve-se destacar também que o cultivo de plantas sem o uso do solo, reduz os impactos ambientais decorrentes das erosões e lixiviação, evitando desta forma os problemas de assoreamento dos mananciais, além de racionalizar os gastos com fertilizantes e agrotóxicos.

Segundo PENNINGSFELD e PEREZ, ambos citados por PENNINGSFELD e KURZMANN (1983), a adição de praguicidas nas soluções nutritivas tem efeitos positivos na proteção das plantas. Segundo algumas experiências holandesas, pode-se manter durante três meses livres de aranhas vermelhas e pulgões um cultivo de cravos

por meio da adição de uma solução de 40mg de Systox por m³ de área. Resultados semelhantes foram obtidos em uma instalação americana de cultivo hidropônico.

Diferentes sistemas de hidroponia são descritos na literatura, porém o mais usado é o sistema de fluxo laminar de nutrientes (NFT), segundo o qual a solução nutritiva é forçada a circular através de calhas, canais ou tubos onde estão as raízes das plantas (Figura 9).

FIGURA 9 - SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPÔNICOS LOCALIZADOS NO MUNICÍPIO DE COLOMBO, RMC



FONTE: STERTZ, 2003a

2.3.1 Cultivo hidropônico no Paraná e RMC

O Estado do Paraná contava em 2004 com cerca de 27 produtores de alimentos hidropônicos, destes 70,37% estão concentrados na RMC e, em especial, no município

de Colombo. Cada produtor ocupa uma área aproximada de 0,5 ha, o que corresponde a uma área de 15 ha em todo o Estado. Cerca de 80% dessa área está comprometida com a cultura da alface. Nas hortícolas mais cultivadas por hidroponia na RMC são: alface, agrião, rúcula, cebolinha, salsa, tomate cereja e tomate salada e, em nível experimental, pepino e pimentão (EMATER, 2003b).

A produção é comercializada em supermercados, associações (APAC), CEASA, restaurantes e quitandas da região,

Os custos iniciais elevados no início, necessidade de prevenção contra falta de energia elétrica, conhecimentos técnicos e de fisiologia vegetal indispensáveis, requerimento de acompanhamento freqüente do funcionamento do sistema e da solução nutritiva, além de uma planta doente poder contaminar toda a produção, são algumas desvantagens apontadas por PENNINGSFELD e KURZMANN (1983), HAMERSCHIMIDT (1997) e CARMO JR. (2002).

2.4 ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS ORGÂNICO, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICO

Um grande número de fatores tem sido investigado em estudos que comparam alimentos produzidos pelos sistemas de cultivo **orgânico e convencional**, incluindo os de ordem econômica e social, agrônômica (propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo, pragas e doenças), produtividade, sistema de administração da propriedade, qualidade do produto (valor nutricional, sensorial, vida de prateleira), impactos ambientais, biodiversidade, entrada de nutrientes, comércio e políticas associadas com a produção de alimentos, contudo, pouco se tem relatado ao sistema de cultivo **hidropônico** (BOURN e PRESCOT, 2002).

Segundo BOURN e PRESCOT (2002), para se fazer uma comparação válida dos sistemas de produção é necessário levar em conta a perspectiva de qualidade de alimento e o significado de qualidade, no contexto dos sistemas de produção agrícola e, em especial, dos orgânicos, face a atenção quando se trata de comparações. Quando

se enfoca a qualidade do alimento, julga-se necessário assegurar a provisão de alimento sustentável para daqui a anos. Conseqüentemente, várias áreas foram consideradas importantes, tais como: autenticidade, propriedades funcionais (armazenamento, qualidade no preparo e processamento), fatores biológicos (interações do alimento com o corpo), composição nutricional, características sensoriais, questões éticas, ambientais e sociais em relação à produção e distribuição.

Também tem-se discutido que o alimento do futuro produzido localmente deverá ser um fator importante, para garantir a sustentabilidade na provisão de alimentos e que questões ambientais sobre produção e qualidade de alimentos, não deveriam ser os únicos a serem considerados. Enquanto produtores e consumidores parecem considerar essas questões de maior interesse, é importante reconhecer que uma discussão sobre as mesmas apresenta apenas uma comparação muito limitada entre os diferentes sistemas de produção de alimentos. Para avaliar as vantagens e desvantagens entre os sistemas de produção de alimentos, faz-se necessário uma discussão mais ampla sobre todos os temas citados e referidos no Quadro 1, o qual apresenta algumas características básicas dos três sistemas de cultivo de hortícolas, as quais foram evidenciadas a partir de diversos estudos.

Estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação ao seu valor nutricional, qualidade sensorial e segurança alimentar têm sido realizados, porém, há poucos estudos com controle efetivo capazes de conclusões válidas cientificamente. Com exceção do conteúdo de nitrato, matéria seca e vitamina C, não há evidências fortes de que alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos diferem em suas concentrações de nutrientes (LECLERC *et al.*, 1991; MIYAZAWA *et al.*, 2001; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

QUADRO 1 - DIFERENÇAS ENTRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE HORTÍCOLAS

Características	SISTEMA DE PRODUÇÃO		
	ORGÂNICO	CONVENCIONAL	HIDROPÔNICO
Preparo do solo	Pouco revolvimento de solo, protegendo a matéria orgânica. O solo é tido como um organismo vivo	Intenso revolvimento do solo, expondo a matéria orgânica. O solo é considerado apenas um suporte para as plantas	Não é necessário realizar operações como: aração, gradeação, coveamento ou capina, uma vez que a planta não tem contato com o solo. Eventualmente pode utilizar espuma vegetal como suporte
Adubação	Uso de húmus de minhoca e adubos orgânicos à base de resíduos animais e vegetais	Uso de fertilizantes químicos solúveis	Uso de fertilizantes químicos altamente solúveis
Controle de pragas e doenças	À base de medidas preventivas e produtos naturais minerais, vegetais e animais, como enxofre, fungicidas à base de cobre, sprays de óleos, sabões inseticidas. Controle biológico, incluindo feromônios de insetos	Não se preocupa com prevenção, mas com tratamento. Uso de produtos químicos (inseticidas e fungicidas)	Redução ou ausência de pulverizações de produtos químicos (inseticidas e fungicidas), uma vez que a planta não está em contato com o solo
Controle do mato	O mato é considerado como um amigo. O controle é preventivo, manual ou mecânico	O mato é considerado como uma erva daninha. Uso de herbicidas, controle mecânico ou manual	Não existe o problema, pois o ambiente é controlado (estufas plásticas)
Forma de produção	Utiliza a monocultura, mas prioriza a diversificação, a rotação da produção e a inter-relação da produção vegetal/animal	Prioriza a monocultura e formas de produção não diversificadas	Utiliza monocultura, mas diversifica a produção em função do mercado. Não utiliza a rotação de cultura
Produtividade e rentabilidade	Produtividade variada, dependendo da cultura. Menor gasto com insumos. Melhores preços. Boa aceitação.	Maior produtividade, principalmente em grandes unidades de produção.	A produtividade e a uniformidade da cultura é maior, com boa aceitação dos produtos
Repercussões ambientais	Preservação do solo e das fontes de água. Manutenção da biodiversidade	Poluição das águas e degradação do solo. Desequilíbrio da fauna e da flora	Poluição das águas com elementos químicos residuais
Toxicidade	Alimentos sem resíduos de contaminantes sintéticos Alimentos com resíduos eventuais	Alimentos com resíduos variados de contaminantes (agrotóxicos, metais pesados, antibióticos, hormônios)	Alimentos com menos resíduos de contaminantes sintéticos
Características sensoriais	Alimentos com sabor, odor e cor intensos e autênticos. Maior durabilidade, maior vitalidade e menor teor de água	Sabor, odor e cor menos intensas ou modificadas. Durabilidade mantida por conservantes sintéticos	---
Valor nutricional	Alimentos com maior valor nutricional	Alimentos com menor valor nutricional	Maior teor de alguns minerais

FONTE: Organizado a partir de HANSEN, 1981; PENNINGSFELD e KURZMANN, 1983; FISCHER e RICHTER, 1984; DLOUHY, 1989; LECLERC *et al.*, 1991; DAROLT, 2000; WALZ e SCOWCROFT, 2000; CARNEIRO e BRILHANTE 2001; MIYAZAWA *et al.*, 2001; OMRI, 2001; BAKER, 2002; CARMO JR., 2002; AFSSA, 2003; AZEVEDO, 2003; BRASIL, 2004c (IN nº 6 de 10/01/2002).

Enquanto revisões indicam que frutas e hortaliças orgânicos diferem dos convencionais em suas características sensoriais, existem divergências e incompatibilidade entre os resultados. Também não há evidências de que os alimentos orgânicos são mais susceptíveis às contaminações microbiológicas e de parasitas, havendo porém evidências de que os alimentos obtidos organicamente possuem menos resíduos de agrotóxicos que nos demais sistemas de cultivo, necessitando ainda de documentação de níveis de resíduos (WOËSE *et al*, 1997; WORTHINGTON, 1998; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1985), que analisou sete trabalhos relacionados à qualidade nutricional dos alimentos orgânicos comparados a dos convencionais, não foi encontrada nenhuma evidência clara de que plantas cultivadas organicamente são superiores nutricionalmente às cultivadas no sistema convencional.

Todavia, em relação à **proteção à saúde** uma série de estudos tem sido realizados, principalmente no que diz respeito ao uso de agrotóxicos, de promotores de crescimento animal e de outros aditivos químicos que entram acidentalmente na cadeia alimentar, que são proibidos pela agricultura orgânica (BAKER, 2002).

Para WÖESE *et al*. (1997), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional, observa-se algumas tendências, como uma maior concentração de vitamina C (apesar de não considerar conclusivo) e menores níveis de resíduos de agrotóxicos.

A maior razão para apoiar a agricultura orgânica certificada é o fato de que os agricultores utilizam menos recursos naturais não renováveis, protegem a atividade biológica natural, criam impacto ambiental mínimo e, acima de tudo, aumentam a produtividade intrínseca de suas propriedades. No aspecto do **valor nutritivo e toxicológico**, os alimentos provenientes da agricultura orgânica têm se mostrado superiores aos convencionais. Todavia, é um campo pouco explorado pelas pesquisas científicas que, apesar de não permitirem uma unanimidade na evidência da superioridade nutricional dos alimentos orgânicos, revelam que é urgente prevenir produtos químicos potencialmente perigosos à saúde (DAROLT, 2003).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos problemas decorrentes do sistema convencional de cultivo agrícola e criação animal, os chamados movimentos de reforma surgiram em diversos países, na tentativa de apresentar propostas que viabilizassem o retorno do equilíbrio necessário entre o cultivo e a preservação do meio ambiente.

As tecnologias alternativas de produção agropecuária adquirem cada vez mais importância na medida em que as exigências de conservação do meio ambiente são incorporadas ao processo produtivo. Por isso, muitas das práticas e tecnologias utilizadas deverão que ser adaptadas ou substituídas, principalmente em áreas com maior risco de degradação do meio ambiente. A visão da agricultura como processo semelhante ao da produção industrial pode ser gradativamente substituída pelo enfoque sistêmico, no qual se consideram as interações entre os processos produtivos e os processos naturais, em busca de níveis de equilíbrio dos recursos naturais.

Em nosso País, a agricultura orgânica é praticada, na sua maioria, por agricultores familiares. Ela foi incorporada pela agricultura alternativa, que surgiu de uma política agrária excludente, motivada por organizações politicamente engajadas e visando a construção de uma sociedade democrática e com a perspectiva de transformação social.

No Brasil, por exemplo, a distancia geográfica favorece a criação de associações de agricultores de caráter regional, ou local. Exemplo típico de uma organização regional é a Rede Ecovida, que vem atuando em nossa região com uma proposta de certificação participativa.

Em relação aos três sistemas de cultivo praticados na RMC, observa-se que os mesmos encontram-se em transformação, apresentando uma tendência de mudança do sistema convencional e também do hidropônico para o orgânico, não só por parte de agricultores familiares, mas também por alguns empresários agrícolas.

Há tendência do aumento da produção orgânica, isto é, há mobilização local (associações), apoio institucional à agricultura familiar (embora ainda insipiente) e

estudos sobre a segurança dos alimentos e dos impactos dos diferentes sistemas de cultivo sobre o homem e o meio ambiente. Contudo, mesmo com a mobilização do consumidor, há muito para se aprofundar e identificar, de modo a possibilitar a substituição do sistema convencional e hidropônico ao orgânico, visando atender a demanda do consumidor.

REFERÊNCIAS

AAO – Associação de Agricultura Orgânica de São Paulo. **AAO : Mais de uma década em prol da segurança alimentar**. Disponível em: <<http://www.aao.org.br.htm>> Acesso em: 10 out. 2003.

ACOPA – **Associação dos Consumidores de Produtos Orgânicos do Paraná**. Disponível em: <http://www.consumidororganico.hpg.com.br> Acesso em: 11 jan. 2004.

AFSSA – Agence Française de Securite Sanitaire des Aliments. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Disponível em: <http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=4267.htm>. Acesso em: 10 out. 2003.

AOPA - Associação de Agricultura Orgânica do Paraná. **As andanças da AOPA nos caminhos da comercialização**. Curitiba: AOPA, apostila, 6p, 2002.

AOPA - Associação de Agricultura Orgânica do Paraná. Curitiba: AOPA, apostila, 6p, 2004.

AMSTALDEN, L.F.F. **Tecnologias Agrícolas e Meio Ambiente - modelos e perspectivas de evolução segundo uma ótica sócio-ambiental**. Dissertação de Mestrado. Campinas: IFCH/UNICAMP, maio de 1994.

APAC – Associação dos Produtores Agrícolas de Colombo. Dados Organizacionais e de Produção da APAC. Informação pessoal fornecida por Cezar Augusto Lovato, Diretor Presidente da APAC em 22 de abril de 2003. 3 p.

ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: Caminhos da Agricultura Ecológica**, Curitiba, PR: Editora UFPR, n. 6, p. 67-80, 2002.

AUSTRÁLIA. Report on the Australian Residue Survey 1 January to 30 June 1999 Results. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry – Australia, Canberra, 2000.

AZEVEDO, E. **Alimentos orgânicos**: ampliando os conceitos de saúde humana, ambiental e social. Florianópolis: Insular, 2003. 200 p.

BOEHNCKE, E. Broadening the concept of quality for animal products: a german perspective, In: LOCKERETZ, W., Ed. **Agricultural Production and Nutrition**. Proceedings of an International Conference, Boston, Massachusetts, USA. March 19-21. p. 59-67, 1997.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and a conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, New Zealand, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRANDENBURG, A. Movimento Agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: Caminhos da Agricultura Ecológica**, Curitiba, PR: Editora UFPR, n. 6, p. 11-28, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. IN nº 007/MAPA de 17 de maio de 1999. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção I de 19/05/99, p. 11-14.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Normatização e monitoramento da produção**. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/ddiv/pdf/pnmcv.pdf>> Acesso em 2 dez. 2001b.

_____. **Exposição Humana a Resíduos Organoclorados na Cidade dos Meninos**, Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro. Relatório de Trabalho da Comissão Técnica Assessora ao Ministério da Saúde, Instituída pela Portaria MS/GM nº 896, de 9 de maio de 2002. 2. ed. revista. Brasília, 2003b. 57p.

_____. Presidência da República. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, seção 1, página 8. 2003c.

_____. Secretaria de Defesa Agropecuária **Instrução Normativa nº 6, de 10 de Janeiro de 2002**. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de janeiro de 2002. Disponível: http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_ma_in06_02.htm Acesso em 2 fev. 2004c.

BURIAN, Paulo Procópio. **Modelo de agricultura sustentável como alternativa para os pequenos produtores**. Estudos de Caso na Região de São Roque - SP. Tese de

Mestrado apresentada ao Departamento de Sociologia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, 1992. 91p.

CALDAS, E.D. Resíduos de Pesticidas em Alimentos e o *Codex Alimentarius*. Campinas. **Bol. SBCTA**, 33, 50-56, 1999.

CARMO JR., R. R. **O que é a hidroponia?** Disponível em: <<http://www.hidroponica.cjb.net>>. Acesso em 12 dez. 2002.

CARNEIRO, F.C.; BRILHANTE, N.C. **Cultivo de Hortaliças pela Técnica de Hidroponia**. SAGRI – Secretaria Executiva da Agricultura. Governo do Estado do Pará, Belém. 2001. 15 p.

CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N. **Princípios de hidroponia**. Brasília: Embrapa-CNPH, 2000. 27 p. (Embrapa-CNPH. Circular Técnica, 22).

CCE. **Regulamento (CEE) nº 2092/91, de 24 de junho de 1991**. Modo de produção biológico de produtos agrícolas e à sua indicação nos produtos agrícolas e nos gêneros alimentícios. Jornal oficial no. L 198 de 22/07/1991 p. 0001 – 0015. Última alteração: 300R0331 (JO L 048 19.02.00 p.1). Disponível: <<http://www.ibd.com.br/legislacao/CE2092.htm>> Acesso em: 20 mar. 2004.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Trad. Maria José Guazzelli. 2. ed. Porto Alegre: L&PM, 1995. 256 p.

COFFANI, O. **O uso indiscriminado de agrotóxicos, uma reflexão para o município de Morretes**. Curitiba, 1987. 105 p. Monografia, Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

COSTA, M.B.B. **A agricultura da RMC: Uma análise sob a ótica da agroecologia**. Versão parcial apresentada para qualificação. Curitiba, ago. 2003. 240 p.

DAROLT, M.R. **As Dimensões da Sustentabilidade**: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2000. Tese Doutorado, PPG em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.

_____. **Agricultura Orgânica: Inventando o Futuro**. PRONAF/MDA. Curitiba, 2000. 249 p. Atualização do livro, 2003.

DE KOK, A. HIENMSTRA, M. Improved cleanup method for multiresidue analysis of N-methylcarbamates in grains, fruits and vegetable by means of HPLC with postcolumn reaction and fluorescence detection. **Chromatographia**, v. 24, p.469, 1994.

DLOUHY, J. **Product quality in alternative agriculture**, In: *Food Quality - Concepts and Methodology. Proceedings of the Colloquium organised by Elm Farm Research*

Centre in association with the University of Kassel. UK: Elm Farm Research Centre, 1989, 30-35.

DLOUHY, J. Quality in ecological agriculture, In: **Ecological Agriculture, NJF-Seminar 166-Miljovard. Swedish University of Agricultural Sciences**, Alternative Agriculture Report No 5. Uppsala, Sweden, 1990. p. 209-18.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livraria Nobel SA, 1991. 143 p.

ECOBICHON, D.J. In: CASARETT E DOULL'S. Toxicology – The basic science of poisons. Ed. MARY O. AMDUR, JOHN DOULL, CURTIS, D. KLAASSEN. 5 ed., USA: Mc Graw-Hill Inc., 1996.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

EMATER-PR. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Relatório Técnico: Processo de Agricultura Orgânica**. 26 p., 2003a.

_____. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Relatório Técnico: Processo de Agricultura Hidropônica**. 17 p., 2003b.

_____. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Produção de Alimentos Orgânicos no Paraná**. Disponível em: <<http://www.emater.pr.br>>. Obtido em 14 de abril 2004.

EPA. Environmental Protection Agency. United States Environmental Protection Agency. **EPA's Pesticides Program**. Disponível: <<http://www.epa.gov/pesticides/about/aboutus.htm>> Acesso em: 30 jan. 2003.

EUA. Estados Unidos da América. **Política Norteamericana em Orgânicos**. Proposta de normatização para rotulagem, produção e comercialização de produtos ditos orgânicos <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/leituras/lo_politica_eeuu.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

FAO/WHO. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. **Norma CODEX de Rotulagem de produtos organicamente cultivados** Draft Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods (Agenda Item 4)*. Disponível: <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_cx_al99_22a.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

FDA. Food and Drug Administration. **Food and Drug Administrations Pesticide Program Residue Monitoring**. FDA/CFSAN, U.S., 1998. Disponível: <<http://www.fda.gov>> Acesso em: 15 jan. 2002.

FEENSTRA, G.W., Local food systems and sustainable communities, **Am. J. Altern. Agric.**, v. 12, p. 28-36, 1997.

FINESILVER, T.; JOHNS, T.; HILL, S.B. Comparison of food quality of organically versus conventionally grown plant foods, **Ecological Agriculture Projects Publication No 37**. MacDonald College, McGill University, Montreal, Canadá, 1989.

FISCHER, A.D.A.; RICHTER, C.H. **Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes**. In: Vogtmann, H., Boehncke, E. and Fricke, I., Ed. *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources*. Witzhausen, Germany, Verlagsgruppe Weiland, 1984. p. 236-248.

FRADE, C.O. A construção de um espaço para pensar e praticar a Agroecologia na UFRJ e seus arredores. Rio de Janeiro, 2000. **Dissertação de Mestrado**. CPDA/UFRRJ,

FRONTY, L. **Cultura Hidropônica: culturas sem solo**. Lisboa: Editorial Presença, 1985. 95p.

FRUTO DA TERRA. **Alimentos Orgânicos: Mais saúde em sua mesa**. Jornal Mulher. Curitiba, Dezembro/2001, p. 7.

_____. **Entrevista** fornecida pela proprietária Célia Lazarotto à autora, em 24 de abril de 2003. 2 p.

FURLANI, P.R. **Cultivo de Alface pela Técnica de Hidroponia**. Documento nº 55 do IAC – Instituto Agrônomo, Governo do Estado de São Paulo, Campinas, 20 p., 1995.

GARCIA, E.G. **Segurança e saúde no trabalho rural: a questão dos agrotóxicos**. São Paulo: FUNDACENTRO, 2001. 182 p.

GUSSOW, J.D. Is local vs. global the next environmental imperative? **Nutr. Today**, v. 35, p. 29-35, 2000.

HAMERSCHMIDT, I. **Hidroponia ao alcance de todos**. Curitiba: EMATER-PR/Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 27 p. (Apostila Curso Técnico).

HARKALY, A. Perspectivas da agricultura orgânica no mercado internacional. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS, 1., (1998: Vitória). **Anais...** Vitória: EMCAPA, p. 57-66, 1998.

HASSAL, K. A. **The chemistry of pesticides: their metabolism, mode of action and uses in crop protection**. Weinheim, Verlay Chemie in WHO report, Public health impact of pesticides used in agriculture, 1991.

HAYNES, L. **Concerning the quality of food**. In: Proceedings of the 9th IFOAM Conference, Brazil. Germany: IFOAM, p. 316-323, 1992.

IBD. Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural. **Diretrizes para os padrões de qualidade biodinâmico, Deméter e orgânico** "Instituto Biodinâmico. 7. ed. Botucatu: IBD, 1997. 49 p.

____. Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural. **Certificação**. Disponível: <<http://www.ibd.com.br/certifica.htm>> Acesso em: 18 abr. 2003.

IMO - Instituto de Mercado Ecológico. **Quem certifica orgânicos**. Disponível em: <<http://www.imo.com.br.htm>> Acesso em: 17/04/2003.

KARAN, K.F. **Agricultura orgânica: estratégia para uma nova ruralidade**. Curitiba, 2001. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LAMPKIN, N. **Organic Farming**. UK: Farming Press Books, 1990. p. 652-654.

LANG, L. Are pesticides a problem? **Environ. Health Perspec.**, v. 101, p. 578-583, 1993.

LECLERC, J., MILLER, M.L., JOLIET, E., ROCQUELIN, G., Vitamin and mineral contents of carrot and celeriac under mineral or organic fertilization, **Biol. Agric. Hort.** v. 7, p. 349-361, 1991.

MARTINE, G.; BESKOW, P.R.. O modelo, os instrumentos, e as transformações na estrutura de produção agrícola. Capítulo 1, p. 19-39 in **Os impactos Sociais da Modernização agrícola** MARTINE, G.; GARCIA, R. C. Caetés, 1987. 271p.

MEDEIROS, M.C.M.B.; VIANNA, P.C.G.; FOWLER, R.B.; ZAPPIA, V.R.S. **Poluição das águas internas do Paraná por agrotóxicos**. Curitiba: SUREHMA/PR, 1984.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A.; ODENATH-PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Revista Agroecologia Hoje. **Agroecológica**, Botucatu, p.23, 2001.

MORAES, C. A. G. **Como Cultivar Tomates em sistema NFT: técnica do fluxo laminar de nutrientes**. 1^a ed. DESQ Editora, Jundiaí, 148 p., 1997.

OMRI. **Organic Materials Review Institute**. Generic Materials and Brand Name Products List (Eugene: OMRI), 2001.

PARANÁ. SESA. Secretaria da Saúde do Estado do Paraná. Divisão de Zoonoses e Intoxicações do Centro de Saúde Ambiental. **Intoxicações por agrotóxicos: 2^a RS: 1996 a 2002**. Curitiba, 2003c. 3 p.

PENNINGSFELD F.; KURZMANN, P. **Cultivos Hidropônicos y en Turba**. 2^a ed., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1983. p. 7-64.

PEREIRA, A. V.; OSTERROHT, M. Qualidade do Produto Orgânico: com a Palavra, Consumidores e Produtores. Revista Agroecologia Hoje. **Agroecológica**, Botucatu, Ano I, n. 6, p.11-12, 2001.

PIMENTEL, D. Assessment of environmental and economic impacts of pesticide use. In: PIMENTEL, D.; LEHMAN, H. The pesticide question – environment, economics, and ethics. New York, Chapman e Hall, Inc., 1993a. p. 47-84.

_____. Environmental and economic impacts of reducing U.S. agricultural pesticide use. In: PIMENTEL, D.; LEHMAN, H. The pesticide question – environment, economics, and ethics. New York, Chapman e Hall, Inc., 1993b. p. 223-278.

PINHEIRO, S. **Cartilha dos agrotóxicos**. Fundação Juquira Candirú, Porto Alegre, 1998. 66p.

RIO DE UNA. **Palestra** de apresentação da empresa. Fornecido pela Enga. Agrônoma Rosângela de Almeida em 22 de abril de 2003. 11 p.

SCUCATO, E.S.; YOSHIYARA, A.C.P.; STERTZ, S.C. Resíduos de Agrotóxicos em Hortifrutícolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, XII, 2001, Maceió: **Anais...** Maceió: SBAAL, 2001. p. 255.

SILVA, D. M. **Produtos Orgânicos: uma análise do varejo e do consumidor nos supermercados de Londrina - PR**. Londrina, 2003. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Administração. Área de Concentração: Gestão de Negócios. Universidade Estadual de Londrina e de Maringá.

SPADOTTO, A. J. Cristalogêneses e fractais na avaliação da qualidade de alimentos: In: Congresso Brasileiro de Horticultura Orgânica, Natural, Ecológica e Biodinâmica. **Anais...** Botucatu: Agroecológica, 2002.

SPADOTTO, C. A. **Ambiente em perigo**. Publicado na Revista Cultivar HF, Ano II, n, 15, 2 p., ag/set 2002. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/AgrolinkColunistas_SQL/al_cl_index.asp> Acesso em 20 fev 2004.

STERTZ, S.C.; SCUCATO, E.S.; BELGER, M. Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos Comercializados no Estado do Paraná de 1993 a 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA-CE, 2000. v. 3, p. 10.28.

STERTZ, S.C.; TRAIN, J.M.; FREITAS, R.J.S. Resíduos de agrotóxicos em hortícolas orgânicas, convencionais e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na região metropolitana de Curitiba - RMC. In: 13º Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, "Novas Tecnologias em Alimentos: Impactos e Riscos à Saúde", Rio de Janeiro, 22 a 25 de junho de 2003. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos – SBAAL, 2003. p.95.

STERTZ, S.C. (FOTÓGRAFO). **Sistemas de Cultivo da Região Metropolitana de Curitiba**. 2003a. 72 unidades: cores, 10x15cm.

TATE, W.B. The development of the organic industry and market: an international perspective. In: LAMPKIN, N.H. e PADEL, S (eds.). **The Economics of Organic Farming: an international perspective**. Wallingford, UK: Cab International, 1994. p. 11-26.

TECPAR. Instituto de Tecnologia do Paraná. TecparCert - Certificação. Disponível em: <<http://www.tecpar.br>> Acesso em: 09 mar. 2004.

TRAPÉ, A.Z. **Doenças relacionadas a agrotóxicos: um problema de saúde pública**. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, 1995.171p.

WHO. World Health Organization. **Public health impact of pesticides used in agriculture**. Geneva: WHO, 1990. 129p.

_____. World Health Organization. **Consecuencias sanitárias del empleo de plaguicidas em la agricultura**. Geneva: WHO, 1992. 128 p.

WOESE, K.; LANGUE, D.; BOESS, C.; BOGL, W.K. A Comparison of Organically and Conventionally Grown Food.- Results of a Reviw of the Relevant Literature. **J. Sci. Food. Agric.** v. 74, p. 281-293, 1997.

WOODWARD, L.; MEIER-PLOEGER, A. "Raindrops on roses and whiskers on kittens": consumers' perceptions of organic food quality. In: INTERNATIONAL IFOAM

SCIENTIFIC CONFERENCE, 12th, 1998, Argentina. **Proceedings...** Germany: IFOAM, 1999. p. 81-88.

WOOTON, M. Food Toxicology – an overview. In: WALHLQVIST, M. L., ed. **Food and Health: Issues and Directions**. London: John Libbey, 1987. p. 35-38.

WORTHINGTON, V. Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. **Alternative therapies**, v. 4, n.1, p. 58-69, 1998.

WORTHINGTON, V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. **Journal of alternative and complement medicine**, v. 7, n.2, p. 161-173, 2001.

YUSSEFI, M.; WILLER, H. **The World of Organic Agriculture 2003 - Statistics and Future Prospects**. IFOAM Publication, 5th revised edition, February 2003, 130 p.

ZAMBRONE, F.A.D. Perigosa Família. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 44-47, 1986.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. **Pesticidas Revista Técnica Científica**, Curitiba, v.3, n. 3, p. 49-95, 1993.

CAPÍTULO 2 - DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos orgânicos são produzidos baseados nos princípios do desenvolvimento sustentável: ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo.

O mercado orgânico é um dos que mais crescem em todo o mundo e devido ao significativo aumento de interesse do consumidor pelos produtos orgânicos, há necessidade de se determinar até que ponto existe uma base científica para as alegações de superioridade nutricional dos mesmos.

Estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico, em relação ao seu valor nutricional, têm sido realizados. Porém, há poucos estudos com controle efetivo de um grande número de variáveis, capazes de conclusões válidas cientificamente. Vários autores contataram que, com exceção do conteúdo de nitrato, matéria seca e vitamina C, não há evidências fortes de que alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos diferem em suas concentrações de nutrientes.

Enquanto revisões indicam que frutas e hortaliças orgânicas diferem dos convencionais em suas características sensoriais, existem divergências e incompatibilidade entre os resultados. Também não há evidências de que os alimentos orgânicos são mais susceptíveis às contaminações microbiológicas e de parasitas, havendo, porém, evidências de que os alimentos obtidos organicamente possuem menos resíduos de agrotóxicos que nos demais sistemas de cultivo, necessitando ainda

de documentação de níveis de resíduos (WOËSE *et al*, 1997; WORTHINGTON, 1998; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1985) que analisou sete trabalhos relacionados à qualidade nutricional dos alimentos orgânicos comparados a dos convencionais, não foi encontrada nenhuma evidência clara de que plantas cultivadas organicamente são superiores nutricionalmente às cultivadas no sistema convencional. Todavia, em relação à proteção à saúde, uma série de estudos tem sido realizados, principalmente no que diz respeito ao uso de agrotóxicos, promotores de crescimento animal, e outros aditivos químicos que entram acidentalmente na cadeia alimentar, que são proibidos pela agricultura orgânica (BAKER, 2002).

Para WOËSE *et al*. (1997), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional, observa-se algumas tendências, como uma maior concentração de vitamina C (apesar de não considerar conclusivo) e menores níveis de resíduos de agrotóxicos.

A maior razão para apoiar a agricultura orgânica certificada é o fato de que os agricultores utilizam os recursos naturais não renováveis de forma sustentável, protegem a atividade biológica natural, criam impacto ambiental mínimo e, acima de tudo, aumentam a produtividade intrínseca de suas propriedades. No aspecto do **valor nutritivo e toxicológico**, os alimentos provenientes da agricultura orgânica têm se mostrado superiores aos convencionais. Todavia, é um campo pouco explorado pelas pesquisas científicas que, apesar de não permitirem uma unanimidade na evidência da superioridade nutricional dos alimentos orgânicos, revelam que é urgente prevenir produtos químicos potencialmente perigosos à saúde (DAROLT, 2002).

A demanda em ascensão de produtos orgânicos e hidropônicos, a confusão gerada junto aos consumidores sobre as diferenças entre hortícolas oriundas de diferentes sistemas de cultivo, e a carência de dados sobre a qualidade nutritiva serviram de incentivo para caracterizar e diferenciar esses alimentos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE NUTRICIONAL DE HORTÍCOLAS PRODUZIDOS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

Alguns estudos têm sido relatados na tentativa de investigar se existe diferença no valor nutricional dos alimentos cultivados pelos sistemas de cultivo orgânico e convencional, contudo em relação aos hidropônicos raros estudos foram identificados.

Segundo BOURN e PRESCOTT (2002), há considerável variação nos tipos e propósitos de estudos, embora a maioria pode ser agrupada em quatro grandes grupos:

1. Análise química de alimentos orgânicos e convencionais adquiridos no comércio varejista.
2. Efeito de tratamentos com diferentes fertilizantes sobre a qualidade nutricional dos alimentos.
3. Análise de alimentos produzidos em propriedades administradas pelo sistema convencional ou orgânico.
4. Efeito de alimentos orgânicos e convencionais sobre a saúde humana e em animais (principalmente sobre o sistema reprodutivo).

Contudo mesmo dentro de cada um dos quatro grandes grupos fica extremamente difícil comparar resultados, em função da variedade e tipos de estudos. Além daqueles que enfocam o efeito do tipo de fertilizante no valor nutricional e dos que envolvem a análise dos alimentos adquiridos no comércio varejista, os resultados apresentados não habilitam que se apresentem conclusões sobre o impacto dos sistemas de produção orgânico e convencional sobre o valor nutricional. No estudo sobre o efeito do tipo de fertilizante, apenas um aspecto de produção é considerado, enquanto que no estudo com o comércio varejista pouco ou nada é conhecido sobre a origem dos alimentos analisados (BOURN e PRESCOTT, 2002).

No caso do presente trabalho, as amostras analisadas foram dos grupos 1 e 3, ou seja, amostras no estágio de maturação comercial (prontas para o consumo) oriundas de sistemas de cultivo identificados (convencional, orgânico ou hidropônico).

Quando se trata de estudos sobre tratamentos com diferentes tipos de fertilizantes, estes são mais baratos e mais fáceis de controlar, do que os que comparam todo um sistema de produção (toda a propriedade). Estudos sobre os efeitos dos fertilizantes são mais conclusivos, claros e baratos do que os que comparam diferentes sistemas de agricultura em relação à qualidade nutricional dos alimentos. Entretanto, informações válidas sobre qualquer diferença seria a obtenção do valor nutricional a partir da análise de alimentos produzidos em propriedades orgânicas, convencionais ou hidropônicas, porque todo o sistema de produção (desde que documentado) estaria sendo avaliado no seu valor nutricional. Estudos sobre a saúde humana e animal, juntamente com informações sobre a composição dos alimentos, podem fornecer resultados mais claros, sendo porém mais difíceis e caros para serem executados. Os dados sobre a composição dos alimentos também não têm revelado muito sobre como esses alimentos são digeridos e metabolizados no corpo. Outra dificuldade encontrada nos estudos mais antigos, é que os mesmos não informam detalhes suficientes sobre a planificação do experimento e os métodos analíticos utilizados (BOURN e PRESCOTT, 2002).

Embora apenas um pequeno número de estudos tenha sido feito com o objetivo de determinar o valor nutricional de produtos adquiridos no comércio varejista, freqüentemente estes estudos ganham destaque na mídia. Um exemplo é o estudo feito por SMITH (1993), citado como prova de que o alimento orgânico é mais nutritivo que o convencional. Contudo, o propósito do estudo impede que qualquer conclusão seja feita, uma vez que não foi feito nenhum esforço para verificar se os produtos eram realmente orgânicos, não sendo informado também sobre o sistema de certificação.

Alguns pesquisadores discutem que a melhor maneira de avaliar se os consumidores estão realmente adquirindo alimentos com determinadas características nutricionais seria adquirir as amostras no comércio varejista. Porém, isto faria com que

certas variáveis como maturidade, frescor e variedade não pudessem ser controladas, podendo confundir qualquer diferença aparente como diferença no valor nutricional.

Um estudo encomendado pela ORGAA - Organic Retailers and Growers Association of Australia (2000) apresentou resultados de pesquisa com legumes orgânicos, demonstrando que as amostras obtidas em propriedades orgânicas certificadas apresentaram conteúdo de minerais consideravelmente mais elevados que os comprados em supermercados. Reconheceram que o estudo era limitado, necessitando de estudos adicionais mais rigorosos. Sugeriram um sistema de rastreabilidade, para que se pudesse identificar os fornecedores que abastecem o comércio varejista, tais como, certificação, data de colheita, condições da cadeia de distribuição, armazenamento no varejo, etc. Deste modo, algumas variáveis poderiam ser controladas, diminuindo as diferenças na composição nutricional do produto adquirido no varejo. Mesmo assim, haveria necessidade de um grande número de estudos em diferentes áreas, para se fazer conclusão generalizada.

É sabido que os tratamentos com diferentes tipos de fertilizantes afetam a composição dos alimentos, sendo dado ênfase nos efeitos dos fertilizantes nitrogenados sobre o valor nutricional e sobre o crescimento das plantas (LINDER, 1991). A maioria dos estudos indica que quanto maior a quantidade de nitrogênio disponível às plantas, mais elevada será a sua absorção e como consequência apresentará níveis mais elevados de N e nitratos. Além do efeito dos fertilizantes orgânicos e inorgânicos sobre as plantas, outros fatores também têm sido objeto de estudo, uma vez que é difícil isolar apenas o efeito dos fertilizantes (RENDIG, 1984; SALUNKE e DESAI, 1988; NAGY e WARDOWSKI, 1988; HORNICK, 1992).

Os principais fatores que podem influenciar o valor nutritivo das plantas são:

1. Genética (tipo de cultura e cultivar);
2. Meio ambiente: tipo e estrutura do solo, tipo e métodos de aplicação de fertilizantes, clima (luz, temperatura, chuva, umidade), população microbiana do solo, práticas de cultivo (rotação de culturas, uso de agrotóxicos, irrigação e reguladores de crescimento);

3. Práticas de pós-colheita (maturidade da colheita, armazenamento, métodos e condições de processamento).

Os estudos que investigam o efeito de fertilizantes na composição dos alimentos têm sido desenvolvidos por pesquisadores que tentam controlar alguns fatores que poderiam afetar o valor nutricional desses alimentos. Protocolos de amostragem e métodos analíticos utilizados, principalmente em estudos mais antigos, podem ter afetado as concentrações dos nutrientes apresentados, dificultando a interpretação dos mesmos (BOURN e PRESCOTT, 2002).

Outras pesquisas têm comparado o efeito de fertilizantes orgânicos e inorgânicos no valor nutricional das hortícolas, sendo as mais realizadas com cenoura, alface, batata, tomate e espinafre. Alguns estudos reportam a análise de minerais, porém os nutrientes mais comumente analisados são nitrato, vitamina C, carotenóides e matéria seca. A maioria dos estudos utiliza algum tipo de *design* experimental (blocos randomizados, com réplicas), embora haja um grande número que não o considere (SCHUPHAN, 1974; SVEC; THOROUGHGOOD; MOK, 1976; KANSAL, *et al.*, 1981; AHRENS *et al.*, 1983; MÜLLER e HIPPE, 1987).

Freqüentemente, são citados estudos desenvolvidos por SCHUPHAN (1974), onde foi evidenciado um valor nutricional mais elevado para os alimentos cultivados organicamente. Apesar de ser um estudo com duração de cerca de 12 anos, o autor informou as diferenças apenas em porcentagem do nutriente, não considerando testes estatísticos de significância. Outra ponderação é o fato de que os resultados dos estudos são bastante variados e dependem também do tipo de solo. O autor revisou vários estudos, tendo discutido também o efeito do nitrogênio sobre a composição dos alimentos (SCHUPHAN, 1972, 1975). Observou que a aplicação de N pode diminuir a matéria seca, açúcar total, vitamina C, óleos essenciais, metionina e alguns minerais, enquanto que o teor de nitrato pode aumentar. Vários estudos referenciados reportam-se favoravelmente a esses resultados, embora seja difícil de se verificar os detalhes (WORTHINGTON, 1998).

VOGTMANN *et al.* (1984, 1993) também são muito citados, os quais apresentaram os benefícios dos fertilizantes orgânicos, relacionando-os com níveis mais baixos de nitratos nas hortícolas. Há, porém, algumas variações entre os resultados, em função do tipo de cultivar e da estação, principais responsáveis pela diferença na composição das culturas.

Estudos gerais, que comparam tratamentos com diferentes tipos de fertilizantes, sugerem que pelo menos em algumas situações o uso de fertilizantes orgânicos podem resultar em níveis mais baixos de nitrato de algumas hortícolas e, em especial, de algumas cultivares. E que, diferentes condições climáticas e de tratamentos com fertilizantes poderiam influenciar o conteúdo de N e de nitrato.

Resultados relativamente consistentes apontam para aqueles que apresentam os produtos orgânicos com níveis mais baixos de nitrato (HANSEN, 1981; FISCHER e RICHTER, 1984; DLOUHY, 1989; LECLERC *et al.*, 1991). Fora isso, é extremamente difícil identificar outras tendências dos resultados quando comparados os sistemas de cultivo como um todo. Estudos apontam teores de proteína mais elevados ou iguais em amostras de trigo convencional, comparados com os orgânicos (WOLFSON e SHEARER, 1981; SHIER, KELMAN, DUNSON, 1984; DLOUHY, 1989; STARLING e RICHARD, 1990), tendo sido sugerido o fato de haver uma menor disponibilidade de nitrogênio no sistema de cultivo orgânico, o que poderia ser modificado com várias técnicas de cultivo utilizados (STARLING e RICHARD, 1990; STOREY, HOGAN, HUMPHREYS, 1993).

Alguns estudos sobre o teor de carotenóides, em função do tipo de tratamento com fertilizantes e também dos diferentes sistemas de cultivo, sugerem que uma aplicação mais elevada de nitrogênio pode diminuir os níveis de beta-caroteno (LECLERC *et al.*, 1991) e também que o uso de agrotóxicos poderia causar níveis mais baixos desse nutriente (MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1991) nos alimentos, embora outros estudos não estejam de acordo.

Estudos sobre os efeitos dos alimentos orgânicos e convencionais na saúde animal são inconclusivos e controversos (JENSEN *et al.*, 1996; LARSEN *et al.*, 1999), havendo porém indicações de que a concentração de espermatozóides seja mais alto

em agricultores orgânicos, merecendo, contudo, estudos adicionais (VELIMIROV *et al.* 1992; ABEL, ERNST, BONDE, 1994; JUHLER *et al.*, 1999).

A maioria dos estudos que investigam as diferenças nutricionais entre os alimentos orgânicos e convencionais refere-se a um número reduzido de análise de nutrientes (proteína, açúcares, vitaminas e minerais). Essa avaliação é um pouco limitada, uma vez a concentração dos nutrientes não dá uma indicação de como eles serão metabolizados e, conseqüentemente, não trata sua biodisponibilidade. Estudos dos hábitos dietéticos globais das pessoas comparando os dois sistemas de cultivo necessitam ainda de maior documentação (MAYER, 1997).

Um trabalho de investigação de ANDERSEN (2000) apresenta a concentração de compostos fenólicos em alimentos orgânicos, contrastando com um grande número de pesquisas que procura relacionar determinados compostos presentes, em maior ou menor quantidade, nos alimentos orgânicos com a diminuição da ocorrência de determinadas enfermidades, como doenças cardíacas e câncer (STEINMERTZ e POTTER, 1996).

Outra tentativa de diferenciação dos dois sistemas de cultivo foi através de técnicas de cristalização de cloreto de cobre (cristalogênese e fractais) e análise cromatográfica (KNORR e VOGTMANN, 1983; SPADOTO *et al.*, 2002), evoluindo com técnicas que padronizam e avaliam as imagens geradas com auxílio de computadores (ANDERSEN, 2000).

O Grupo Fractal Food desenvolve e aperfeiçoa o método da cristalogênese, relacionando-o com a teoria do caos e dos fractais. Em termos de análise de alimentos, isso implica trabalhar com alterações na morfogênese vegetal e animal sem a necessidade da cristalogênese. Como exemplo, citam-se as alterações morfológicas que poderiam ocorrer nos vegetais, se estes fossem submetidos a contaminações por agrotóxicos (SPADOTO *et al.*, 2002).

A Tabela 2 apresenta uma resenha com o número de estudos que comparam nutrientes na produção vegetal orgânica em relação à convencional. Esses dados foram reunidos e analisados por pesquisadores e órgãos oficiais ligadas à AFSSA, baseado em alguns critérios de seleção como: estudos com planejamento estatístico adequado,

amostras e sistemas de cultivo devidamente certificados, práticas agrícolas bem definidas, teores expressos de maneira clara, ou seja: base seca (BS) ou base úmida (BU).

TABELA 2 - NÚMERO DE ESTUDOS QUE COMPARAM NUTRIENTES NA PRODUÇÃO VEGETAL ORGÂNICA EM RELAÇÃO À CONVENCIONAL

Determinações/nutrientes	> em Orgânico	=	< em Orgânico
Matéria seca	18	28	5
Açúcares, glicídios	4	5	3
Minerais	44	156	24
Cálcio, Ca	6	32	5
Potássio, K	10	30	9
Magnésio, Mg	15	27	1
Cobre, Cu	5	16	2
Ferro, Fe	6	16	0
Manganês, Mn	0	13	4
Selênio, Se	0	2	1
Zinco, Zn	2	19	1
Nitrato	0	3	9
Vitamina C	8	15	1
Polifenóis, flavonóides, ácidos fenólicos e outros antioxidantes	11	9	1

FONTE: Elaborado pelo autor a partir de AFSSA (2003)

NOTA: (1) Os valores são referentes ao número de estudos encontrados na literatura e selecionados segundo critérios pré-citados. Esses valores mostram que houve um aumento (>), valor semelhante (=) ou decréscimo (<) para os nutrientes pesquisados, quando comparados ao sistema convencional.

(2) A maioria dos estudos apresenta seus resultados em base úmida.

Em função do grande número de variáveis que podem interferir nos resultados dos estudos que comparam os diferentes sistemas de estudos, ainda não existem estudos conclusivos e claros o suficiente para generalizações, principalmente se forem levados em consideração apenas a concentração de nutrientes.

Neste sentido, o presente estudo buscou analisar comparativamente as hortícolas oriundas de diferentes sistemas de cultivo, não apenas em relação à sua concentração de nutrientes, mas também em relação a aspectos relacionados à segurança alimentar.

2.2 QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR

A qualidade de um determinado tipo de alimento apresenta divergência a cada área da ciência dos alimentos, face a valorização dos diferentes aspectos, os quais

direcionam o respectivo controle de qualidade. Nesse sentido, a segurança alimentar envolve todos os aspectos de qualidade do alimento, seja nutricional, sensorial, contaminantes microbiológicos e parasitários, contaminantes químicos (agrotóxicos, metais pesados, nitritos e nitratos, micotoxinas, aditivos intencionais), organismos geneticamente modificados, encefalopatia espongiforme bovina e, principalmente, os relacionados à qualidade de vida (saúde, aspectos ambientais, econômicos, sociais, políticos, antropológicos) (AZEVEDO, 2002; AFSSA, 2003).

2.2.1 A agricultura, a tecnologia e a saúde do consumidor

Segundo GUEDES (2001), existe uma estreita relação entre a agricultura e a saúde do consumidor. Cientificamente está constatado que os métodos de cultivo determinam a qualidade do solo, que o solo determina o equilíbrio da planta e que a planta, por sua vez, determina a qualidade de vida do homem e animal que dela se alimentam. Os alimentos normalmente apresentados aos consumidores são muitas vezes modificados por métodos de cultivo (uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos), por métodos de criação animal (uso de hormônios, vacinas, antibióticos) e por métodos de beneficiamento da indústria alimentícia (refinação, aditivos).

Dependendo da finalidade, se para consumo direto ou processamento, as hortícolas são consideradas sob dois aspectos: a maturidade fisiológica e a comercial. A primeira está relacionada a uma etapa particular na vida de um órgão ou de uma planta. A segunda diz respeito à época de colheita relacionada a um determinado uso do produto; portanto, é requisito para comercialização (GUEDES, 2001).

Os produtos destinados ao consumo "in natura" são qualificados principalmente pelos atributos sensoriais, já os destinados ao processamento devem atender a determinados parâmetros físicos (forma, peso, espessura da casca, etc.), físico-químicos e químicos (pH, acidez, sólidos solúveis, açúcares totais, etc.). A determinação dos componentes químicos (carboidratos, proteínas, vitaminas, etc.) tem sido utilizada para avaliação da composição, da maturidade para colheita e da qualidade comestível (GUEDES, 2001).

2.2.2 A qualidade do alimento sob a ótica da segurança alimentar

O conceito de segurança alimentar vem sofrendo uma série de mudanças ao longo dos últimos anos, tendo uma conotação de segurança nacional no início do Século XX; assistência alimentar, na década de 40; visão produtivista durante a “Revolução Verde”. Na década de 80, este conceito foi ampliado, sendo considerados fundamentais para a segurança alimentar, condições dignas de vida que garantam saúde aos cidadãos, como abastecimento de água potável e o tratamento de dejetos (MARQUES, 1991; COSTA, 1993; MENEZES, 1998).

No final da última década, a qualidade do alimento passou a ser considerada como outro fator de segurança alimentar e nutricional, que está relacionada não só a produção do alimento em quantidade suficiente, com acesso garantido e a promoção do estado de saúde daquele que o consome; mas surge o entendimento de que não há segurança alimentar, se a população não dispuser de alimentos seguros para consumo, sem agentes que possam oferecer risco à saúde do consumidor, sob a forma de contaminação química ou biológica (NARDIN, SILVA, OETTERER, 1997).

Segundo CHITARRA (1990), a segurança é o atributo de qualidade mais desejável nos alimentos, os quais devem ser livres de toda e qualquer substância química, natural ou contaminante causador de danos à saúde do consumidor. Os padrões de alimentos são estabelecidos visando o impedimento de causas ou transmissão de doenças, limitação do grau de produtos inadequados, simplificação e facilidade de comércio. Os padrões de segurança são estabelecidos com base na preservação da saúde pública, por leis internacionais, federais ou estaduais, visando à prevenção do desenvolvimento de microrganismos patogênicos ou prejudiciais e à proteção contra a presença de substâncias tóxicas naturais (nitritos e nitratos) ou contaminantes (agrotóxicos).

Na década de 90, evidenciou-se que os sistemas de produção de alimentos precisavam necessariamente ter como base modelos que combatessem a degradação do meio ambiente e o esgotamento dos recursos naturais e que mantivessem a biodiversidade, garantindo a alimentação e a saúde das futuras gerações. Sob estas

perspectivas, a Segurança Alimentar deve, portanto, ser baseada em sistemas de agricultura que preservem a biodiversidade e os recursos naturais (NARDIN, SILVA, OETTERER, 1997).

No Brasil, pode-se destacar a realização da Conferência Nacional de Segurança Alimentar, em Brasília, 1994, com propostas para a construção de segurança alimentar e nutricional sustentável; a criação de mais de cinco mil Comitês da Ação da Cidadania contra a Miséria, a Fome e pela Vida, e a criação do Fórum Brasileiro de Segurança Alimentar e Nutricional Sustentável, em 1998 (MENEZES, 1998).

Na agricultura orgânica a qualidade dos alimentos se constitui em uma questão central, que deve ser buscada permanentemente, tanto no que diz respeito à ausência de agentes químicos e/ou biológicos potencialmente nocivos ao homem nos produtos finais, quanto ao seu valor nutritivo. Tanto produtores, distribuidores quanto consumidores de produtos orgânicos destacam a ausência de agrotóxicos como o grande diferencial. Normalmente, dados objetivos em relação às diferenças nutricionais e constitutivas não são colocados. Valoriza-se esse alimento por ser mais saudável, mais puro, mais limpo, sem agrotóxicos, de maior durabilidade e sabor mais acentuado, orientados por uma "confiança intuitiva". Nos casos de trabalhos desenvolvidos na Europa e Estados Unidos enfocam especialmente a questão da segurança alimentar (PEREIRA e OSTERROHT, 2001) para os orgânicos, de tal modo que, para RIGON (2002), a Agroecologia se coloca como uma das perspectivas mais promissoras para o restabelecimento de uma relação saudável entre a natureza e a sociedade e a consolidação da segurança alimentar e nutricional sustentável em nível local.

2.2.3 A qualidade do alimento sob o ponto de vista social

Para ILBERY e KNEAFSEY (2000), qualidade é uma noção complexa e contestada. O significado de qualidade é socialmente construída e, portanto, variável de acordo com contextos sócio culturais diferentes. Em geral, a qualidade implica na satisfação das necessidades do consumidor e num consistente nível de desempenho, sabor e tudo mais que o produto pode proporcionar. Qualidade é uma característica de

posição, algo que está acima dos padrões mínimos que confere a um produto ou serviço (processo, companhia, região). Além disto, a qualidade usualmente fornece conotações de práticas de preços mais altos no mercado.

Quando a qualidade de alimentos é conceituada, alguns pontos devem ser levados em consideração. O primeiro é que ambos, a produção e a manutenção da qualidade implica em um número de atores, do produtor ao consumidor final.

A construção e certificação de qualidade estão sendo cada vez mais relacionadas a produtos de locais específicos, matéria prima local e métodos de produção. A Comunidade Econômica Européia (CEE) nota que os consumidores estão tendendo dar mais valor a qualidade dos alimentos e não a quantidade e, desta maneira, estão dando espaço a alimentos com origem geográfica identificada. O conceito de rastreabilidade está sendo incorporado na construção da qualidade, dando ao consumidor a garantia em termos de saúde e segurança e a tendência a localizar o grande valor que estes produtos possuem (ILBERY e KNEAFSEY, 2000).

A qualidade é um conceito ambíguo e o significado varia para diferentes produtos e pessoas. Logo fica claro que qualidade para os produtores é construída em termos dos seus padrões pessoais e expectativas sobre qualidade de alimentos. Os termos utilizados são subjetivos, amplamente divulgados e utilizados por várias pessoas em diferentes contextos. Contudo existe um forte consenso de que os produtores tendem a fornecer seu próprio julgamento e atribuições como garantia de qualidade (ILBERY e KNEAFSEY, 2000).

No presente trabalho foi dado ênfase no enfoque analítico, embora o conceito de qualidade tenha se expandido, no sentido de qualificar os alimentos não apenas em relação à sua concentração de nutrientes, mas também em relação aos aspectos relacionados à segurança alimentar.

2.2.4 Importância do controle de qualidade de alimentos

A monitorização do consumo de alimentos em uma população por meio de levantamentos periódicos faz parte de um conjunto de medidas que fornecem

informações para a análise diagnóstica sobre seu estado de saúde e nutrição. Tal análise permite avaliar necessidades de intervenção na forma de políticas de abastecimento ou de planos setoriais, com objetivos específicos estabelecidos com base em demandas regionais próprias. No plano individual, o acompanhamento do padrão alimentar é importante subsídio para o estabelecimento da situação de risco nutricional, determinado de um lado por carências específicas e de outro por práticas alimentares inadequadas (USP, 2001).

A obtenção de dados referentes à composição de alimentos brasileiros tem sido estimulada com a finalidade de reunir informações atualizadas, confiáveis e adequadas à realidade nacional. Dados sobre a composição de alimentos são importantes para inúmeras atividades, como a verificação e adequação nutricional de dietas, desenvolvimento de pesquisas sobre relações entre dieta e doenças e atendimento à legislação vigente referente à rotulagem nutricional (TORRES *et al.*, 2000). Apesar da importância evidente dessa necessidade, as tabelas brasileiras freqüentemente estão desatualizadas e incompletas em termos de alimentos e nutrientes, sendo pouco confiáveis por falta da descrição de procedimentos analíticos ou pelo emprego de técnicas analíticas inadequadas. Paralelamente, muitos dados são provenientes de tabelas estrangeiras que nem sempre refletem a realidade dos alimentos nacionais (USP, 2001).

A variação da composição química de alimentos de origem vegetal deve ser considerada, uma vez que a quantidade de nutrientes apresenta diferenças em função de fatores associados ao cultivo e ao ambiente, como local de plantio, adubação, ocorrência de pragas, diferenças edafo-climáticas, período de colheita, idade e características genéticas da planta. Além disso, as variações entre os resultados laboratoriais podem ser decorrentes da metodologia analítica utilizada e, eventualmente, de erros na execução da técnica de análise (PARANÁ, 2000; SIMÕES *et al.*, 2001).

Na determinação do valor nutricional o enfoque analítico de nutrientes mais relevantes presentes nos alimentos é importante. Contudo, há que ser considerado

outras substâncias, como fitoquímicos, antibióticos, macro e micro nutrientes, ou seja, é preciso ter em conta a integralidade dos alimentos (AZEVEDO, 2002).

2.2.5 Composição nutricional de alimentos

Os componentes mais abundantes em frutos e hortaliças são a água e os carboidratos. Do ponto de vista nutricional, são considerados as vitaminas e os minerais, como também os açúcares solúveis (frutos) e polissacarídeos (amido em alguns frutos e hortaliças) como fontes energéticas. Outros polissacarídeos (celulose, hemicelulose e lignina) têm importância por constituírem as fibras dietéticas. Os frutos e as hortaliças não são em geral boas fontes nem de lipídeos e nem de proteínas (CHITARRA, 1990), não podendo, entretanto, serem desconsiderados.

Nos estudos comparativos entre os sistemas de cultivo em relação às **proteínas**, normalmente são ignorados os aspectos qualitativos das mesmas (equilíbrio de aminoácidos e digestibilidade), bem como uma análise estatística com a existência de fatores de confusão não controlados (variabilidade genética, condições climáticas), limitando os resultados publicados (AFSSA, 2003).

A **água** é o maior constituinte dos frutos e hortaliças, perfazendo um total de 80% a 95% de sua composição. Os produtos amiláceos como raízes e tubérculos, apresentam teores menores, em torno de 50%. O conteúdo de água (ou inversamente de **matéria seca**) é bastante variável entre as espécies e depende da fertilização e irrigação à época da colheita, bem como da temperatura e umidade relativa do meio. O conteúdo de água é responsável pela turgidez dos tecidos, conferindo aos mesmos uma boa aparência. Para o consumidor de hortícolas é interessante dispor de produtos com um maior teor de matéria seca, uma vez que é mais vantajoso nutricionalmente (CHITARRA, 1990; AFSSA, 2003).

Para as folhosas, raízes, bulbos e tubérculos, a tendência é global, para teores em matéria seca superiores ou comparáveis na agricultura orgânica. Para as frutas, a grande maioria dos estudos não apresenta diferença entre os dois sistemas de produção. Entretanto, essas conclusões são totalmente discordantes com as

apresentadas pelas revisões de FINESILVER (1989) e Soil Association (2001) que tratam desse aspecto (AFSSA, 2003).

Os **carboidratos** podem corresponder de 2% até 90% dos tecidos. Eles são uma importante fonte energética na dieta (CHITARRA, 1990). Neste grupo estão as fibras que segundo FILISETTI (2001), tornou-se mais conhecida nos anos de 1970 a partir de estudos epidemiológicos e clínicos de WALKER (1974) e BURKITT e TROWELL (1975), quando observaram a existência de uma relação entre a quantidade de polissacarídeos na dieta e a incidência de doenças crônicas. A fibra alimentar pode participar no controle da motilidade gastrointestinal, interferir no metabolismo da glicose e dos lipídios, estimular a atividade metabólica das bactérias intestinais, influenciar na concentração de componentes tóxicos no lúmen do cólon e contribuir em direção à manutenção do equilíbrio do ecossistema do cólon e da integridade da mucosa intestinal.

A definição exata de fibra alimentar, bem como os métodos utilizados para a sua avaliação, não foram ainda muito bem estabelecidos. Uma comissão permanente criada pela Associação Americana de Químicos de Cereais (American Association of Cereal Chemists – AACC) elaborou em 1999 a seguinte definição: “**Fibra alimentar** é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e a absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas de plantas. A fibra alimentar promove efeitos fisiológicos benéficos tais como, laxação e/ou atenuação do colesterol sangüíneo, e/ou atenuação da glicose sangüínea” (FILISETTI, 2001).

Apesar da importância dos carboidratos simples e compostos na composição das hortícolas, segundo a AFSSA (2003), dados disponíveis não permitem evidenciar uma influência particular do sistema de produção sobre o teor de açúcar das hortícolas.

Os frutos e as hortaliças são excelentes fontes de **vitaminas**, podendo suprir 90% das necessidades de vitamina C do homem. Diversos **minerais** encontram-se presentes em frutos e hortaliças, notadamente o cálcio, o ferro, o potássio e o magnésio. Em alguns casos, os níveis encontrados são elevados, como no caso do

cálcio presente no espinafre; porém, na forma de oxalato de cálcio, não assimilável. As hortaliças folhosas são boas fontes de cálcio, ferro e fósforo. As batatas e a cebola madura contêm quantidades apreciáveis de fósforo (CHITARRA, 1990).

O conteúdo protéico de frutas e hortaliças é baixo (1% a 2%) e, portanto, não é nutricionalmente significativo. Tem papel predominantemente funcional, atuando nos mecanismos metabólicos como enzimas. Possuem ainda ácidos orgânicos, ésteres, álcoois, flavonóides, glicosídeos, aminoácidos, alcalóides, terpenos, etc. Em algumas células especiais há formações de resinas, taninos e cristais, importantes nas características sensoriais, porém, sem nenhuma contribuição em relação ao valor nutricional (CHITARRA, 1990).

Entre os pontos potenciais da produção orgânica, que indiretamente estão relacionados à dimensão técnico-agronômica, são destacados a **qualidade nutricional dos alimentos orgânicos** como um ponto favorável. Isto talvez mais decorrente aos teores de nitratos e agrotóxicos em alimentos orgânicos, mais reduzidos em relação aos alimentos convencionais, visto que existem controvérsias a respeito da superioridade do alimento orgânico em termos de vitaminas, aminos, oligoelementos e minerais.

2.3 CONTAMINANTES E ASPECTOS SANITÁRIOS

A alimentação humana não está isenta da presença de algumas substâncias que podem oferecer risco de intoxicação aos organismos expostos. Os alimentos podem veicular substâncias normalmente rotuladas como “inócuas” para a população adulta, porém potencialmente tóxicas aos organismos infantis devido à sua alta suscetibilidade (ARAÚJO e MIDIO, 1989).

Deve-se diferenciar “toxidez” de “risco de toxicidade”. Toxidez é a capacidade intrínseca de uma substância, enquanto que risco de toxicidade é a chance de produzir danos, em função das condições em que se usa ou consome determinada substância. No que diz respeito à dieta, a toxidez tem menor importância, uma vez que os alimentos que a compõe contém inúmeras substâncias tóxicas; entretanto, conhecer e evitar os riscos de toxicidade deve se tornar objeto de interesse de profissionais da área de alimentos (TORRES *et al.*, 1999).

Segundo a AFSSA (2003), a avaliação de risco é um meio científico que procura identificar os perigos conhecidos ou potenciais e avaliá-los. O estudo dos aspectos sanitários em relação à presença de bactérias, vírus, parasitas, micotoxinas ou de produtos químicos nos alimentos oriundos da agricultura orgânica ou convencional, passa por etapas sucessivas, como a identificação de perigos e avaliação dos riscos para o consumidor.

Segundo WOOTON (1987) e BEVAN (1991), os materiais tóxicos em alimentos provêm de basicamente quatro fontes:

1. Podem estar naturalmente presentes nos alimentos – como, por exemplo, a solanina, escombrotóxina, glicosídeos cianogênicos, nitritos, nitratos e mercúrio.
2. Podem ser oriundos dos processos de preparo e cocção dos alimentos – como polinucleotídeos aromáticos, nitrosaminas e lisinoalanina.
3. Podem ser devidos à contaminação pelos próprios alimentos ou à ação de microrganismos, como micotoxinas e metais pesados.
4. Podem ser causados por aditivos alimentares, como é o caso dos agrotóxicos, nitritos, nitratos, compostos N-nitrosos, glutamato monossódico e dietilpirocarbonato.

Tais substâncias perigosas ao homem e animais devem, portanto, ser motivo de alerta e objeto de estudos constantes (OHSE, 2000; AFSSA, 2003).

Segundo JACOB (1999), os minerais/metais tóxicos são aqueles elementos cujas propriedades biológicas são limitadas, devido as suas propriedades de produzirem efeitos nocivos ao organismo humano, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Vários fatores como práticas culturais, tipos de solo, poluição industrial e o próprio processamento têm contribuído, principalmente nos últimos anos, para o aumento gradativo nos teores de metais pesados em alimentos. Os alimentos constituem uma das principais fontes de contaminação, sendo estas dependentes das condições socioculturais e econômicas de cada região, das boas práticas agrícolas e do uso de tecnologias limpas.

Os elementos tóxicos de maior relevância para o homem são o mercúrio, o arsênio, o chumbo e o cádmio. A necessidade da verificação dos níveis desses metais

na alimentação torna-se ainda mais evidente com o aumento de leis impostas pela legislação de diversos países. Tal disposição tem sido o objetivo do “Comitê Misto da FAO/WHO”, entidade constituída por especialistas em aditivos para alimentos, que em âmbito internacional através do “Codex Alimentarius”, tem emitido recomendações sobre a contaminação de metais, através de seu valor toxicológico, de sua ingestão diária e semanal e de suas doses máximas em alimentos. Para tal, são levados em consideração, não somente as informações toxicológicas relacionadas a cada elemento, mas também dados analíticos sobre a composição alimentar, a importância do alimento na dieta, o papel do alimento no mercado internacional, considerações tecnológicas e situações e gerência de riscos (WHO, 1996; JACOB, 1999). No Brasil, essas informações estão contempladas nas Port. 33/1998 e 685/1998 ANVISA (BRASIL, 2004a e 2004b).

Convém salientar que no corpo humano, de acordo com suas propriedades, os metais desenvolvem tarefas vitais e sua falta no organismo desencadeia doenças carenciais. Ao contrário do efeito benéfico que proporcionam, os metais, em percentagens acima do normal, provocam manifestações orgânicas tóxicas, que se agravam em relação ao aumento de sua absorção (WHO, 1996).

Em 1977, UNDERWOOD definiu 26 elementos como essenciais ao ser humano. Na faixa de g/100g de produto, os seguintes elementos: C, H, N, O, P, Ca, S, Cl, K, Mg e Na; na faixa de $\mu\text{g/g}$ e ng/g os elementos: Fe, I, Zn, Se, Mn, Cu, Cr, Mo, Co, Ni, F, Sn, Si, V e As. Esses elementos estão relacionados à saúde humana e às doenças, uma vez que sua deficiência ou excesso podem induzir mudanças fisiológicas nos indivíduos. Vários países, inclusive o Brasil, oficializam essas recomendações, integrando-as em seus códigos de alimentos.

A World Health Organization (WHO) distribuiu os elementos traços em três grupos, em função de sua significância nutricional em humanos: elementos essenciais: I, Zn, Se, Cu, Mo, Cr, Fe e Co; elementos provavelmente essenciais: Mn, Si, Ni, B, V; elementos potencialmente tóxicos, alguns dos quais podem apresentar algumas funções essenciais em níveis baixos de concentração: F, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li, Sn (WHO, 1996).

Do ponto de vista de saúde pública, é importante assegurar à população que a ingestão de todos os nutrientes seja adequada numa dieta normal. Ao mesmo tempo, a dieta não deve conter elementos tóxicos acima dos níveis permissíveis. Com exceção da exposição ambiental, a maior entrada desses elementos, essenciais e tóxicos, no organismo humano, ocorre via cadeia alimentar. Apesar de certos metais serem descritos normalmente como tóxicos, mesmo em reduzidíssimas quantidades ou quando excedem determinado nível em alimentos, muitos ocorrem naturalmente em quase todas as amostras de alimentos humanos analisadas. Duas substâncias muito tóxicas dessa classe, de acordo com as condições de exposição, como selênio e cobalto, não somente estão presentes na maior parte dos alimentos como também são reconhecidas como nutrientes essenciais (WHO, 1996).

A Tabela 3 apresenta alguns metais e seus respectivos LMT bem como sua IDR.

TABELA 3 - LIMITE MÁXIMO DE TOLERÂNCIA (LMT) E INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) PARA ALGUNS MINERAIS

Elementos	LMT (mg/kg)	IDR (adulto) (mg/d)
Alumínio	-	-
Cálcio	-	800
Cádmio	1,00	-
Chumbo	0,50	-
Cobalto	-	-
Cobre	10,00	-
Ferro	-	14
Fósforo	-	800
Magnésio	-	300
Manganês	-	-
Mercurio	0,01	-
Potássio	-	-
Selênio	0,30	-
Sódio	-	-
Zinco	50,00	15

FONTE: ⁽¹⁾ BRASIL (2004a e 2004b) Port. 33/1998 ANVISA; Port. 685/1998 ANVISA.

Do aspecto alimentar, “**contaminante**” significa qualquer substância não adicionada intencionalmente ao alimento e que é encontrada no produto como resultado da produção, ou outra etapa da cadeia produtiva, em consequência de contaminação ambiental (WHO, 1996). O Comitê Misto de Peritos da FAO/WHO adotou o conceito de “ingestão semanal tolerável provisória”, considerando que esses metais

têm ação cumulativa e a ingestão perigosa deve considerar teores ingeridos em períodos de tempo maiores que um dia.

Os metais pesados são amplamente distribuídos através da crosta terrestre e oceanos e é inevitável que traços desses metais possam ser detectados em organismos de animais e vegetais e, por extensão, nos alimentos

Vários fatores têm sido investigados em estudos que comparam alimentos orgânicos e convencionais, principalmente quando envolvem a influência da aplicação de fertilizantes na composição da planta.

Foi publicado no Journal of Applied Nutrition, pesquisa realizada durante dois anos em Chicago, Estados Unidos, onde foram apresentadas as diferenças entre o alimento orgânico e o alimento produzido de forma convencional. Amostras de maçã, batata, pêra, trigo e milho doce, orgânicas apresentaram uma diferença acentuada no conteúdo de alguns minerais essenciais. Contudo o autor concluiu que mesmo utilizando adubos químicos, não se garante um maior nível de nutrientes aos produtos da agricultura convencional (SMITH, 1993) (Tabela 4).

TABELA 4 – COMPARAÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS EM RELAÇÃO AO TEOR DE MINERAIS

MINERAL	% superior do alimento orgânico
Cálcio	65
Ferro	73
Magnésio	118
Molibdênio	178
Fósforo	91
Potássio	125
Zinco	60
Mercúrio	- 29

FONTE: SMITH (1993)

NOTA: Foram analisadas de 4 a 15 amostras para cada grupo de alimento

O presente trabalho difere de muitos outros, uma vez que apresenta, além da origem da amostra (amostra e sistema de cultivo certificado e devidamente identificados, identificação da variedade, condições climáticas, idade, etc.), utilização de coleta e métodos analíticos oficiais ou validados e testes estatísticos de significância.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na Região Metropolitana de Curitiba - RMC em relação à composição físico-química.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar se existe diferença entre as hortícolas obtidas pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico, em relação à composição centesimal, pH, açúcares e minerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Seleção e coleta das amostras

Entre vários tipos de hortícolas/culturas produzidas e/ou comercializadas na RMC foram selecionadas: agrião d'água, cv. Folha Larga (*Nasturtium officinale* R. Be., Brassicaceae), alface cresa, cv. Verônica (*Lactuca sativa* L., Compositaceae), batata, cv. Mona Lisa (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae), cenoura, cv. Brasília (*Daucus carota* L., Umbelliferae), couve-flor cv. Terezópolis (*Brassica oleracea* L., Cruciferae), espinafre, cv. Nova Zelândia (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) O. Kuntze (T. expansa), Aizoaceae), morango, cv. Tundlas e Camarosa (*Fragaria ananassa* Duch, Rosaceae), pepino caipira, cv. Prima pax (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae), tomate cereja, cv. Cindy (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray., Solanaceae) e tomate tipo salada, cv. Caqui ou Carmen (*Lycopersicum esculentum* var. L.,

Solanaceae). Para cada cultura foram coletadas as mesmas variedades nos diferentes sistemas.

A seleção das amostras baseou-se nos seguintes critérios: culturas convencionais com maiores índices de contaminação com agrotóxicos em monitoramentos efetuados pela SESA-PR no período de 1982 a 2000, culturas convencionais, orgânicas e hidropônicas mais comercializadas na RMC (ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; HAMERSCHIMIDT, 1997; STERTZ, SCUCATO e BELGER, 2000; DAROLT, 2000; SCUCATO, YOSHIYARA e STERTZ, 2001).

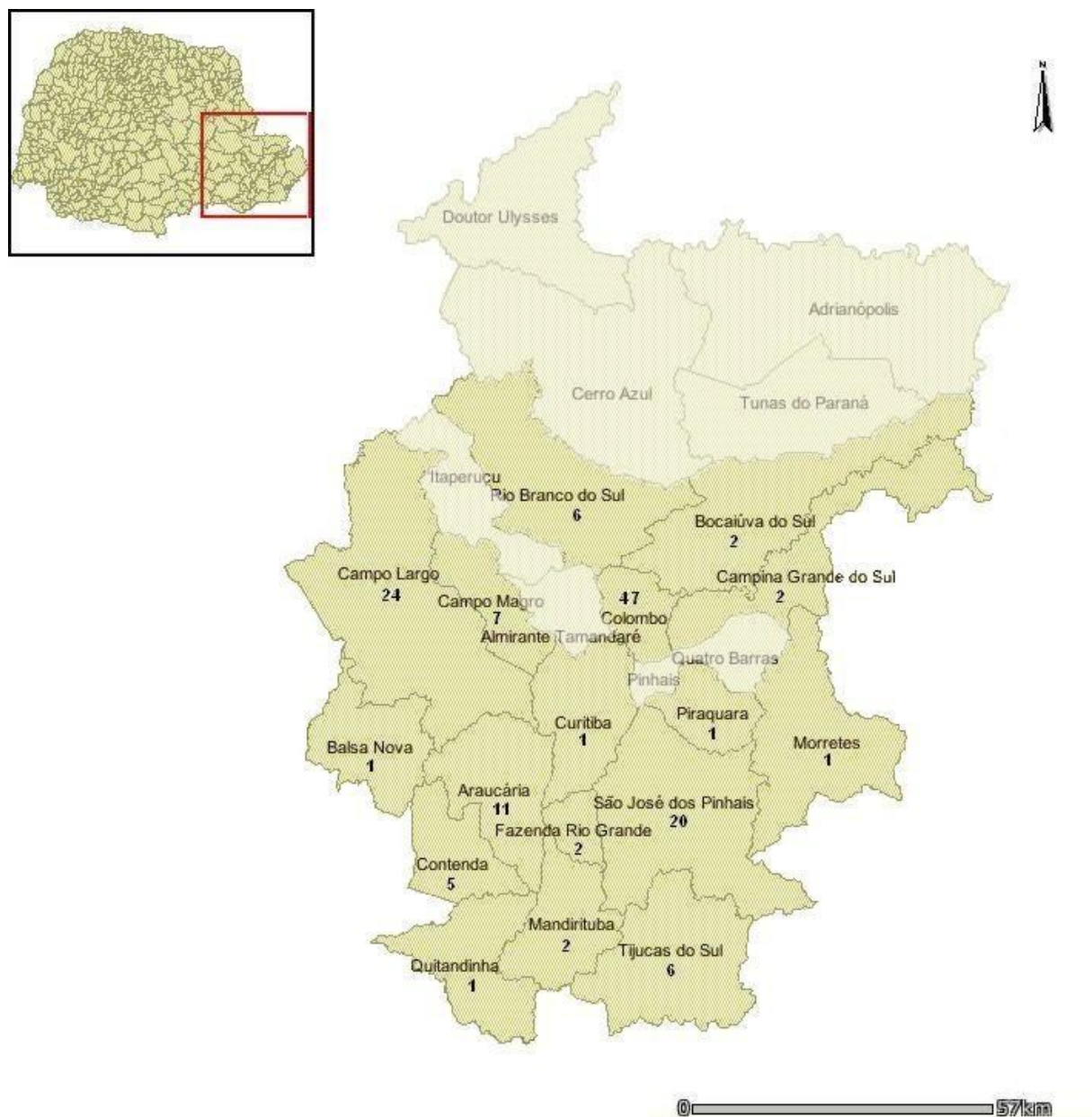
As amostras, oriundas de 18 municípios (Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Campo Largo, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Morretes, Piraquara, Quitandinha, Rio Branco do Sul, São José dos Pinhais, União da Vitória e Tijucas do Sul), foram coletadas de acordo com os Procedimentos de Retirada de Amostras, Anexo V, ANVISA (CCE, 2001; BRASIL, 2001) (Figura 10).

No período de abril/2001 a janeiro/2002, foram coletadas 141 amostras de hortícolas produzidas e/ou comercializadas na RMC e obtidas através de três diferentes sistemas de cultivo. Amostras foram adquiridas em supermercados, feiras, CEASA/PR - Centrais de Abastecimento do Paraná, associações (AOPA – Associação de Agricultura Orgânica do Paraná, APAC - Associação dos Produtores Agrícolas de Colombo) e diretamente com produtores, em estágio de maturação comercial. Foram coletadas com rastreabilidade³ 62 amostras de hortícolas orgânicas (de sistemas certificados ou em conversão), 62 amostras de hortícolas convencionais e 17 amostras de hortícolas hidropônicas⁴ (Figura 11).

³ Num sistema com rastreabilidade é possível identificar os fornecedores que abastecem o comércio varejista ou atacadista, sendo considerados certificação, variedade, data e condições de colheita, condições da cadeia de distribuição, armazenamento no varejo, etc. Deste modo, algumas variáveis podem ser controladas, diminuindo as diferenças na composição nutricional do produto adquirido no varejo (BOURN e PRESCOTT, 2002).

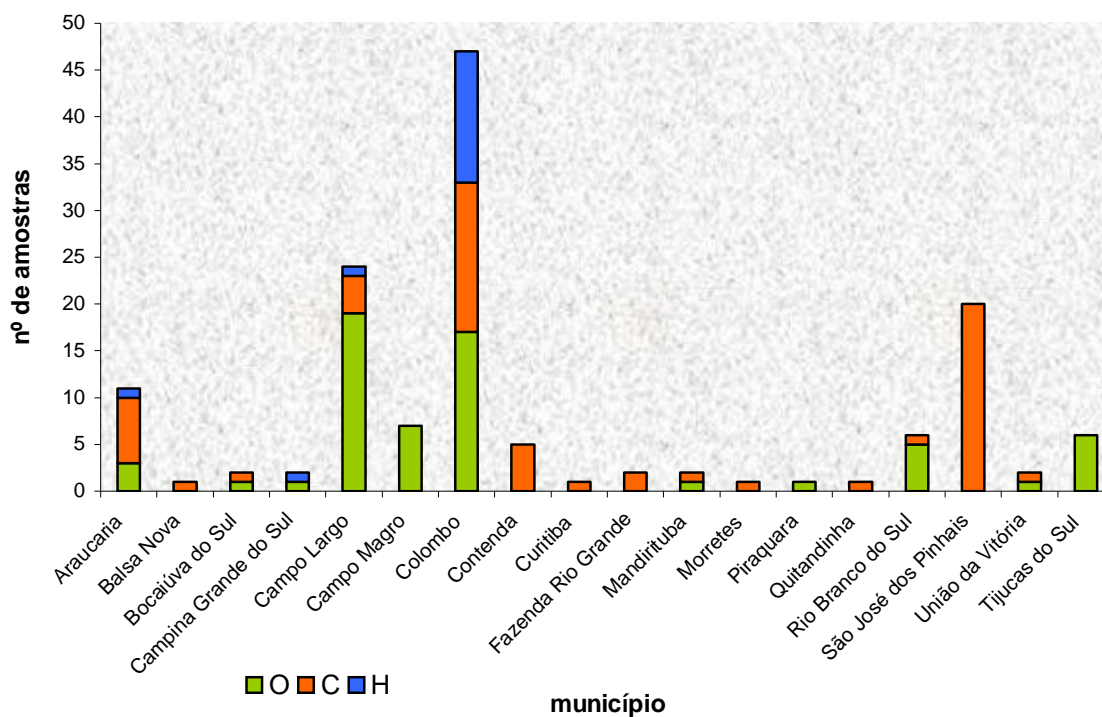
⁴ Foi coletado um menor número e uma menor variedade de amostras hidropônicas pelo fato de que neste sistema de cultivo existe menor número de produtores, e os mesmos só investem em algumas culturas mais facilmente comercializáveis e com retorno econômico mais significativo, como é o caso do agrião, da alface, da rúcula, do tomate cereja e salada.

FIGURA 10 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO À ORIGEM E NÚMERO DE AMOSTRAS COLETADAS



NOTA: Elaborado pelo autor a partir de PARANÁ (2004).

FIGURA 11 - ORIGEM DAS AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO LOCAL DE CULTIVO



NOTA: O= orgânico; C= convencional; H= hidropônico

Para fins de identificação, cada amostra foi codificada e preenchido um “PROTOCOLO PARA COLETA DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE” (ANEXO 2)

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Preparo da amostra

Os lotes das amostras, com cerca de 5 quilos cada, foram coletados e transportados para o laboratório de Química Analítica Aplicada/UFPR, dentro de caixas de isopor contendo gelo, em um período máximo de três horas após a coleta.

As amostras foram ligeiramente lavadas com água corrente e água destilada (para eliminar sujidades) e secas com guardanapo de papel (para retirar o excesso de umidade). Em seguida, foram levadas à estufa com circulação forçada de ar (Marconi MA 035), na temperatura de 55-60°C, durante 12 horas ou até peso constante. Após homogeneizadas e trituradas em um multiprocessador de alimentos, em baixa rotação (3000 rpm) por dois minutos, foram passadas em tamis de 2 mm de Ø.

3.2.2 Determinações físico-químicas

Composição centesimal – As proteínas foram determinadas pelo nitrogênio total, utilizando o método de Kjeldahl (macro-Kjeldahl Prodicil) e o fator de 6,25 para conversão em proteína, conforme método 955.04C descrito pela AOAC (2000). O extrato etéreo (lipídios) foi determinado por extração com éter etílico durante cinco horas em extrator de Soxhlet (Prodicil), conforme método 920.39C da AOAC (2000). As cinzas foram determinadas pela calcinação em mufla (Quimis) a 550-600°C durante cinco horas de acordo com o método 900.02A (AOAC, 2000). A umidade foi determinada em estufa (Marconi MA 035) com circulação forçada de ar, com temperatura de 55-60°C durante 12 horas, ou até peso constante, conforme método 925.10 da AOAC (2000). Os **carboidratos totais** foram calculados por diferença: (100 g - total g (proteína, lipídios, cinzas), portanto inclui a fração fibra alimentar (USP, 2001).

A **energia total metabolizável** foi calculada a partir da energia procedente dos nutrientes, considerando os fatores de conversão de Atwater: $\text{kcal} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos (carboidratos totais - fibra alimentar)}) + (9 \times \text{g lipídios})$ (USP, 2001).

Os **sólidos totais (matéria seca)** foram calculados pela diferença entre 100 e a umidade.

O **pH** foi determinado por potenciometria (Peagâmetro Orion, modelo 710^A) de acordo com o método 981.12 da AOAC (2000).

A **fibra alimentar** foi determinada utilizando-se uma combinação de métodos enzimático e gravimétrico. As amostras secas, com baixo teor de gordura (gordura <

5%), foram gelatinizadas com α -amilase (Termamyl 120 L, Novo Nordisk A/S) e digeridas enzimaticamente com protease (Savinase 16 L, Novo Nordisk A/S) e amiloglicosidase (AMG 300 L, Novo Nordisk A/S) para a remoção da proteína e do amido presentes na amostra (Banho-maria Dubnoff Nova Ética, mod. 304). Foi adicionado etanol para precipitar a fibra alimentar solúvel. O resíduo foi filtrado e lavado com etanol e acetona. Após a secagem, o resíduo foi pesado. Metade das amostras foram utilizadas para análise de proteínas e a outra, para a análise de cinzas. O total de fibra alimentar é o peso do resíduo menos o peso das proteínas e das cinzas, de acordo com o método 992.16 da AOAC (2000).

Os **açúcares** glucose, sacarose, frutose e maltose foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência – CLAE (Controlador Waters 600 E Millipore; Waters 712 WISP Millipore; Detector de Índice de Refração 1037 A HP) de acordo com o método 982.14 da AOAC (2000). Foram utilizados padrões da Sigma-Aldrich para a frutose (d(-)Fructose, 0,05mol%), maltose (4-0- α -D-Glucopyranosyl-D-Glucose, monohidratado, 99%), glucose (D-(+)-Glucose, Dextrose, 99,5%) e sacarose (α -D-Glucopyranosyl β -D-frutofuranoside, >99,5%).

Em relação aos **minerais**, foram determinados os teores de alumínio, cálcio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, mercúrio, potássio, sódio, selênio e zinco, segundo o método 999.10 da AOAC (2000). As amostras foram homogeneizadas e 400 mg foram digeridas com HNO₃ em um forno de microondas (DGT 100, Provecto Sistemas Analíticos) por períodos que variaram de 5, 15 ou 30 minutos, dependendo da característica da amostra. A solução foi diluída com água bi-deionizada até uma concentração adequada para cada elemento e transferida para frasco de polietileno. Procedeu-se a leitura através de uma Fonte Geradora de Plasma Acoplado a um Espectrômetro de Massa - ICP-MS (PE SCIEX ELAN 6000; Nebulizador do tipo “cross-flow”, com “Ryton Spray Chamber”; Autosampler Perkin Elmer AS 91 acoplado a um FIAS 400), com o auxílio de uma curva padrão para cada elemento.

3.2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa MSOFFICE MICROSOFT EXCEL (MICROSOFT, 1997) para o cálculo das médias, desvio padrão e coeficiente de variância.

Com o auxílio do programa MINITAB (1998), os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, para verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os cultivos avaliados, para cada tipo de cultura. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey para identificar as diferenças entre os tratamentos (orgânico, convencional e hidropônico).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram comparados os sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação à composição físico-química, sendo apresentado primeiramente uma avaliação geral, com a média de todas as culturas e, após, foi discutido cada cultura separadamente.

A discussão não se ateve muito a comparar todos os valores obtidos em determinadas culturas com dados obtidos por outros autores e/ou em tabelas de composição de alimentos. Embora tenha sido feito essa avaliação de uma forma mais ampla, foi mais no sentido de avaliar a adequação dos resultados obtidos.

A discussão dos resultados obtidos recai principalmente sobre a comparação entre os três sistemas de cultivo analisados e também com resultados obtidos em estudos similares, que comparam hortícolas cultivadas em diferentes sistemas.

4.1 AVALIAÇÃO GERAL

De um modo geral, os dados obtidos apresentaram grande variação entre os valores mínimo e máximo, o que pode justificar os altos valores apresentados para o

desvio padrão. Em muitos casos, o desvio padrão excede a média, fato que explica a não ocorrência de diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre algumas das amostras analisadas, quando comparadas em relação ao sistema de cultivo (Tabela 5).

TABELA 5 - MÉDIAS DAS DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE TODAS AS HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional $n^{(1)} = 62$ Média±DP ⁽²⁾	Orgânico $n^{(1)} = 62$ Média±DP ⁽²⁾	Hidropônico $n^{(1)} = 17$ Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	91,32±3,60 ^b	91,29±4,80 ^b	93,49±1,50 ^a
Matéria seca	g	8,68±3,60 ^a	8,71±4,80 ^a	6,51±1,50 ^b
Cinzas	g	0,74±0,37 ^{ns}	0,78±0,42 ^{ns}	0,71±0,24 ^{ns}
Fibras	g	1,94±0,67 ^{ns}	1,95±0,66 ^{ns}	1,62±0,42 ^{ns}
Lipídios*	g	0,30±0,15 ^a	0,25±0,13 ^b	0,33±0,13 ^a
Proteínas	g	1,27±0,69 ^{ns}	1,23±0,64 ^{ns}	1,10±0,56 ^{ns}
Carboidratos	g	6,37±3,64 ^a	6,65±4,42 ^a	4,52±1,49 ^b
Energia	kcal	25±13,97 ^{ns}	26±17,09 ^{ns}	19±6,05 ^{ns}
pH		5,74±1,14 ^{ns}	5,66±1,07 ^{ns}	5,08±1,22 ^{ns}
Frutose	g	0,64±0,54 ^{ns}	0,86±2,22 ^{ns}	0,77±0,55 ^{ns}
Glucose	g	1,78±4,69 ^{ns}	1,93±4,53 ^{ns}	0,40±0,33 ^{ns}
Maltose	g	0,02±0,04 ^{ns}	0,01±0,04 ^{ns}	0,02±0,13 ^{ns}
Sacarose	g	0,30±0,51 ^{ns}	0,34±0,51 ^{ns}	0,07±0,14 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	2,73±5,10 ^{ns}	3,14±6,22 ^{ns}	1,27±0,85 ^{ns}
Minerais				
Cálcio, Ca	mg	18,80±25,00 ^{ns}	16,32±24,61 ^{ns}	23,77±32,23 ^{ns}
Potássio, K	mg	179,45±108,80 ^{ns}	160,52±84,81 ^{ns}	177,27±74,80 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	15,02±20,02 ^{ns}	12,39±16,11 ^{ns}	15,82±13,33 ^{ns}
Sódio, Na	mg	6,43±15,63 ^{ns}	8,91±23,64 ^{ns}	4,62±6,97 ^{ns}
Fósforo, P	mg	17,88±10,93 ^{ns}	17,51±9,94 ^{ns}	19,08±8,27 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,71±0,83 ^b	0,81±0,92 ^b	2,50±9,63 ^a
Cobre, Cu	mg	0,05±0,05 ^b	0,06±0,06 ^b	0,1±0,22 ^a
Ferro, Fe	mg	0,54±0,77 ^{ns}	0,62±0,89 ^{ns}	0,53±0,64 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,40±1,09 ^{ns}	0,16±0,14 ^{ns}	0,22±0,18 ^{ns}
Selênio, Se	µg	4,07±3,47 ^{ns}	5,27±5,69 ^{ns}	3,16±17,16 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,24±0,29 ^{ns}	0,18±0,14 ^{ns}	0,20±0,15 ^{ns}
Metais pesados				
Alumínio, Al	mg	0,37±0,64 ^{ns}	0,39±0,61 ^{ns}	0,16±0,29 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	1,05±1,129 ^{ns}	1,00±1,84 ^{ns}	1,40±2,90 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,73±2,23 ^{ns}	1,05±4,11 ^{ns}	0,38±0,81 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	2,80±2,45 ^{ns}	2,71±2,00 ^{ns}	3,19±1,78 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% ($p \leq 0,05$); ns - não significativo;

* $p=0,057$

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Assim como os tratamentos com fertilizantes, estudos que comparam propriedades com diferentes sistemas de cultivo apresentam resultados ainda mais

variáveis e com poucas diferenças estatisticamente significativas. Isto poderia ser justificado pela interação de um número maior de variáveis que podem afetar a composição nutricional dos vegetais (CLARKE e MERROW, 1979; HANSEN, 1981; SHIER, KELMAN, DUNSON, 1984; LECLERC *et al.*, 1991; CAYUELA *et al.*, 1997; WEIBEL *et al.*, 1999).

Mesmo quando as amostras analisadas no presente trabalho foram oriundas de um mesmo sistema de cultivo, algumas variáveis como tipo de solo, clima, fertilizantes utilizados, entre outros, poderiam ter concorrido para que uma mesma cultura apresentasse conteúdo variável, o que poderia justificar a grande diferença entre os valores mínimo e máximo.

Alguns autores (NILSSON, 1979; KANSAL *et al.*, 1981; LIEBLEIN, 1993) também não observaram diferenças significativas nas amostras de cenoura e espinafre orgânicos e convencionais analisados (matéria seca, vitamina C, β -caroteno, açúcares, N, nitrato, Ca, K, Fe, Mg, Na e P), considerando que as variáveis que tiveram mais influência foram o ano, localização e tipo de cultura, em detrimento do tratamento com fertilizantes orgânicos e inorgânicos.

As amostras de hortícolas analisadas em relação à umidade, matéria seca e carboidratos não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico, diferindo, porém, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico (Tabela 5).

Mesmo para as determinações físico-químicas das hortícolas analisadas, onde não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$), pode-se observar algumas tendências, quando comparadas em relação aos três sistemas de cultivo, como maiores teores de açúcares nas hortícolas orgânicas (14,80%) e menores nas hortícolas hidropônicas (-53,72%), sendo os teores de glucose e sacarose determinantes nessa diferença (Tabela 5 e Quadro 2).

Estudos referenciados reportam-se favoravelmente a esses resultados, embora seja difícil de se verificar os detalhes, uma vez que não apresentam níveis de significância (SCHUPHAN, 1972, 1975; WORTHINGTON, 1998).

QUADRO 2 - COMPARAÇÃO DAS DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL

Determinações **	agr		alf		bat	cen	cfl	esp	mor	pep	tom cer		tom sal	
	O	H	O	H	O	O	O	O	O	O	O	H	O	H
Umidade	+	+	+	+	-*	-	-	+	-	+	+	+	+	-
Matéria seca	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+
Cinzas	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-*	+
Fibras	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Lipídios	-	-	+	+	+	-	-	-*	-	-	-*	-*	-	+
Proteínas	-	-	-	+	+	-	+	-*	+	-	-	-	+	+
Carboidratos	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
Energia	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
pH	-	+	+	-	+	-	-*	-	+	-*	+	-	+	-
Frutose	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+
Glucose	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+
Maltose	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Sacarose	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+
Soma de açúcares	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+
Minerais														
Cálcio, Ca	-	-	+	+	+	+	-	-*	+	-	-	+	-	+
Potássio, K	-	-	-	-*	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
Magnésio, Mg	+	-	-*	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+
Sódio, Na	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+
Fósforo, P	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+
Cobalto, Co	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
Cobre, Cu	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+
Ferro, Fe	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+
Manganês, Mn	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+
Selênio, Se	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Zinco, Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+
Metais pesados														
Alumínio, Al	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-
Cádmio, Cd	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-
Mercúrio, Hg	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-*	-*
Chumbo, Pb	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+

NOTA: agr = agrião; alf = alface; bat = batata; cen = cenoura; cfl = couve-flor; esp = espinafre; mor = morango; pep = pepino; tom cer = tomate cereja; tom sal = tomate salada.

(+); (-): possui diferença para + ou para - em relação ao sistema convencional

(+*); (-*): possui diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) para + ou para - em relação ao sistema convencional

** 62 amostras convencionais, 62 orgânicas e 17 hidropônicas

Em relação aos minerais, tanto o Co como o Cu não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico, diferindo, porém, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico, que se apresentaram, geralmente, com níveis mais elevados que os outros dois sistemas analisados (Tabela 5). SCHUPHAN (1974), comparando batatas,

espinafre, alface, cenoura em relação ao tipo de fertilizante utilizado (orgânico e não orgânico), obteve níveis de minerais variáveis, dependendo do tipo da cultura analisada. Enquanto LAIRON *et al.* (1984), VOGTMANN (1984) e SMITH (1993) indicaram tendências de teores mais elevados de Cu nos alimentos obtidos organicamente (alface, batata, couve, trigo e milho), nas cenouras e couves WARMAN e HAVARD (1997) observaram uma tendência inversa.

Em estudo comparativo e bastante criterioso, a SOIL ASSOCIATION (2001) concluiu que os benefícios nutricionais das hortícolas orgânicas em relação ao aporte de minerais e oligoelementos é desprezível quando comparado ao convencional. Na Tabela 2 (pg. 65) está representado um total de 215 estudos que comparam hortícolas produzidas pelos sistemas de cultivo orgânico em relação ao convencional (44>; 156=; 24<).

Segundo a SOIL ASSOCIATION (2001), a maioria dos estudos que visaram a comparação dos níveis de nutrientes e metais pesados em produtos vegetais cultivados nos sistemas convencional, orgânico e hidropônico foram publicados em revisões, sendo que a maior parte deles não evidenciaram diferenças significativas entre os sistemas de produção ou conduziram a resultados contraditórios. Isto se deve ao fato de que os mesmos não apresentaram critérios de seleção adequados, como tempo duração dos estudos muito curto e comparação de produtos obtidos em diferentes anos e diferentes regiões que implicam notadamente em diferentes características de solo e não permite uma comparação precisa do sistema de produção. Outros ainda não identificaram os alimentos orgânicos como sendo certificados. Em relação a esses aspectos, são citados os exemplos de SCHUPHAN (1974) e SMITH (1993).

No presente estudo, quando comparados entre si, o sistema orgânico apresenta uma tendência positiva, ou seja, teores mais elevados de cinzas, fibras, carboidratos e alguns minerais considerados relevantes para a saúde, como o selênio (O 29,41% > C) em relação às amostras obtidas no sistema convencional.

4.2 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO **AGRIÃO** (*Nasturtium officinale* R. Be., Brassicaceae) OBTIDO PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

O **agrião d'água** ou de rio é uma planta semi-perene, que produz folhas arredondadas de cor verde-escura ou levemente arroxeadas, sendo normalmente consumida *in natura*. A planta é semi-aquática, vegetando bem em água corrente, que deve ser límpida e fria (FILGUEIRA, 1982).

Segundo a USP (2001) e USDA (2003) os teores de alguns nutrientes do agrião podem variar de 95,11% a 96,31% de umidade, 1,06% a 1,20% de cinzas, 1,10% a 1,83% de fibra bruta, 0,30% a 0,67% de lipídios, 1,70% a 3,63% de proteínas e 11% a 24% de energia metabolizável.

Em relação à composição físico-química, com exceção do selênio, as amostras de agrião analisadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico (Tabela 6), pelos mesmos motivos já mencionados no item 4.1.

Entretanto, no presente estudo, quando comparados entre si (Tabela 6 e Figura 12) o sistema orgânico apresenta uma tendência positiva, ou seja, teores mais elevados de cinzas, fibras, carboidratos e alguns minerais considerados relevantes para a saúde, como o selênio (+145,87%) e o ferro (+81,59%) em relação às amostras obtidas no sistema convencional. Segundo HIGASHI (2001), o selênio ajuda na formação de glutathione peroxidase, uma enzima de grande importância na detoxificação das células. Já o ferro pode prevenir e curar a anemia ferropriva, sendo também anticancerígeno e estimulante da imunidade (HENDLER, 1994).

Em relação às amostras de agrião, o sistema orgânico também apresenta uma tendência quando comparado ao sistema convencional, ou seja, maiores teores de Al (55,62%), Cd (40,13%) e Pb (32,47%). Os metais pesados são amplamente distribuídos através da crosta terrestre e oceanos e é inevitável que traços desses metais possam ser detectados em organismos de animais e vegetais e, por extensão, nos alimentos. Entretanto, os teores observados encontram-se dentro do LMT (Port. 685/1998, ANVISA) e aquém da IDR (Port. 33/1998, ANVISA) (BRASIL, 2004a e 2004b). Para

DAROLT (2000), a elevada acidez do solo e a ocorrência de alumínio tóxico são fatores restritivos à utilização agrícola de grandes extensões de terras na RMC.

TABELA 6 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE AGRIÃO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Hidropônico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	92,32±2,06 ^{ns}	92,33±2,1 ^{ns}	94,18±1,25 ^{ns}
Matéria seca	g	7,69±2,06 ^{ns}	7,68±2,11 ^{ns}	5,82±1,25 ^{ns}
Cinzas	g	1,09±0,14 ^{ns}	1,15±0,31 ^{ns}	1,01±0,14 ^{ns}
Fibras	g	1,99±0,50 ^{ns}	2,30±0,66 ^{ns}	1,62±0,49 ^{ns}
Lipídios	g	0,48±0,16 ^{ns}	0,45±0,20 ^{ns}	0,34±0,19 ^{ns}
Proteínas	g	2,27±0,84 ^{ns}	2,07±1,19 ^{ns}	1,08±0,90 ^{ns}
Carboidratos	g	3,85±1,11 ^{ns}	4,16±1,55 ^{ns}	3,39±0,35 ^{ns}
Energia	kcal	21±7,69 ^{ns}	18±6,32 ^{ns}	15±4,28 ^{ns}
pH		6,37±0,11 ^{ns}	6,29±0,63 ^{ns}	6,41±0,62 ^{ns}
Frutose	g	0,24±0,05 ^{ns}	0,15±0,08 ^{ns}	0,13±0,13 ^{ns}
Glucose	g	0,11±0,08 ^{ns}	0,02±0,05 ^{ns}	0,08±0,11 ^{ns}
Maltose	g	0,03±0,04 ^{ns}	0,01±0,02 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sacarose	g	0,02±0,04 ^{ns}	0,05±0,06 ^{ns}	0,05±0,06 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	0,40±0,14 ^{ns}	0,23±0,14 ^{ns}	0,27±0,23 ^{ns}
Minerais				
Cálcio, Ca	mg	76,17±33,48 ^{ns}	73,60±47,37 ^{ns}	65,90±33,42 ^{ns}
Fósforo, P	mg	40,02±16,78 ^{ns}	31,53±17,62 ^{ns}	25,07±9,70 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	31,19±22,21 ^{ns}	33,64±27,35 ^{ns}	26,87±18,09 ^{ns}
Potássio, K	mg	259,38±116,00 ^{ns}	248,76±104,09 ^{ns}	205,43±58,51 ^{ns}
Sódio, Na	mg	6,75±7,51 ^{ns}	5,52±8,68 ^{ns}	10,94±7,63 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	2,10±1,61 ^{ns}	1,49±1,26 ^{ns}	2,37±3,51 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,08±0,06 ^{ns}	0,06±0,02 ^{ns}	0,15±0,25 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	1,27±0,81 ^{ns}	2,31±1,70 ^{ns}	0,91±0,43 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,46±0,53 ^{ns}	0,23±0,11 ^{ns}	0,31±0,24 ^{ns}
Selênio, Se	µg	4,07±1,38 ^b	10,01±4,26 ^a	3,86±2,29 ^b
Zinco, Zn	mg	0,69±0,65 ^{ns}	0,41±0,27 ^{ns}	0,33±0,18 ^{ns}
Metais pesados				
Alumínio, Al	mg	0,79±0,70 ^{ns}	1,23±0,86 ^{ns}	0,33±0,27 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	2,32±1,46 ^{ns}	3,25±5,37 ^{ns}	1,99±3,79 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,21±0,24 ^{ns}	0,24±0,14 ^{ns}	1,13±1,41 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	2,87±1,24 ^{ns}	3,80±1,85 ^{ns}	3,50±2,57 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

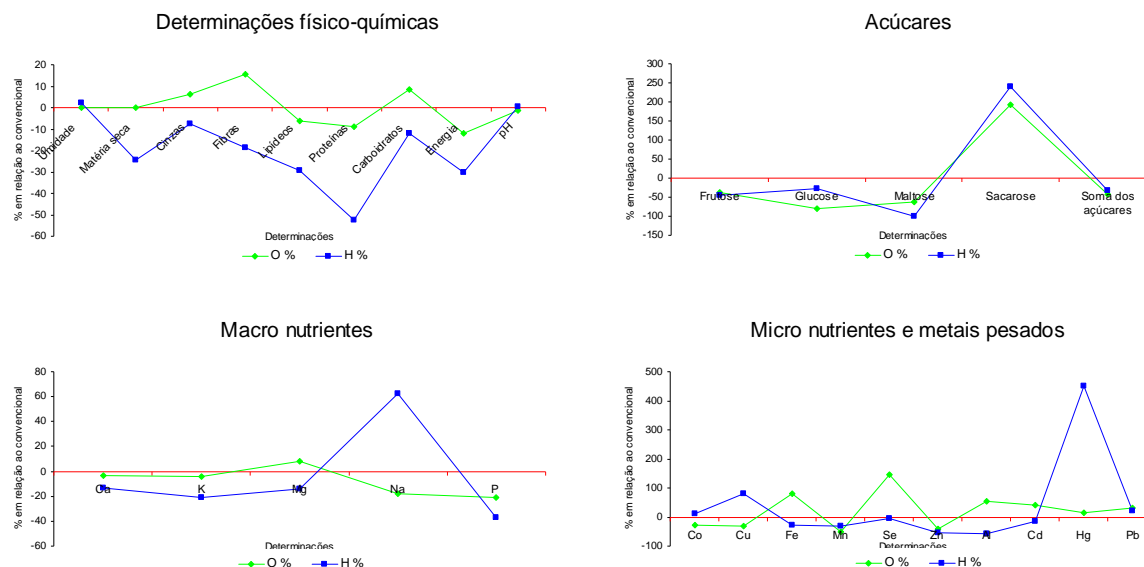
ns - não significativo.

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

FIGURA 12 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE AGRIÃO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



4.3 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE **ALFACE** (*Lactuca sativa* L., Compositaceae) OBTIDA NOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

Dentre as diversas alternativas alimentares, destacam-se as hortaliças folhosas, entre elas a alface (*Lactuca sativa* L.), de grande importância na alimentação e saúde humana, fonte de vitaminas, sais minerais e celulose, constituindo-se na mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas. Seu consumo é feito “in natura”, e nestas condições apresenta a seguinte composição média, por 100g comestíveis: água: 94%; valor calórico: 18Kcal; proteína: 1,3g; gordura: 0,3g; carboidratos totais: 3,5g; fibra: 0,7g; cálcio: 68mg; fósforo: 27mg; ferro: 1,4mg; potássio: 264mg; vitamina A: 1900 UI; tiamina: 0,05mg; riboflavina: 0,08mg; niacina: 0,4mg; vitamina C: 18,0mg (SGARBIERI, 1987). Portanto, a importância da alface é indiscutível, por ser uma grande fonte de vitaminas e sais minerais na alimentação humana (OHSE, 2000).

A alface é uma das hortaliças mais presentes à mesa do consumidor, sendo responsável por cerca de 4,5% (48.450 ton) de toda a produção de hortaliças no Paraná. Entretanto, no sistema de cultivo hidropônico corresponde a cerca de 80% de toda a produção (PARANÁ, 2003a; EMATER-PR, 2003).

As amostras de alface analisadas, em relação às cinzas e magnésio, não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional, diferindo, porém, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico (Tabela 7).

Em relação as concentrações dos 15 elementos determinados (Na, Mg, Al, P, K, Ca, Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Se, Cd, Hg e Pb) nas amostras de alface obtidas pelos três diferentes sistemas de cultivo (Tabela 7), os dados analíticos apresentaram grande variação entre os valores mínimo e máximo, o que justifica a amplitude do desvio padrão (Tabela 7). Em muitos casos, o desvio padrão excede a média, fato que justifica a pouca ocorrência de diferença estatística significativa entre as amostras analisadas.

SCHUPHAN (1974), comparando batatas, espinafre, alface, cenoura em relação ao tipo de fertilizante utilizado (orgânico e não orgânico), obteve níveis de minerais variáveis, dependendo do tipo da cultura analisada.

Considerando-se os minerais analisados, a Figura 13 apresenta algumas tendências positivas quando comparado o sistema de cultivo hidropônico em relação ao convencional, com cerca de +38% de Mg, +72% de Na, +2000% de Co e +78% de Cu. Essas tendências variam para cada tipo de cultura analisada, não podendo ser considerados apenas o sistema de cultivo como variável, mas também todos os fatores edafoclimáticos, no caso dos sistemas convencional e orgânico, e das diferentes concentrações da solução salina utilizada, no caso do sistema hidropônico, entre outras.

PFEILSTICKER (1992) obteve níveis mais altos de minerais (K, Mg, Fe, Mn, Cd e Zn) nas amostras de alface cultivadas pelo sistema biodinâmico, quando comparadas com o convencional, compatíveis parcialmente (Mg, Fe e Cd) com os dados obtidos no presente estudo.

TABELA 7 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE ALFACE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Hidropônico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	94,18±0,57 ^{ns}	94,46±0,49 ^{ns}	94,77±1,01 ^{ns}
Matéria seca	g	5,83±0,57 ^{ns}	5,54±0,49 ^{ns}	5,23±1,01 ^{ns}
Cinzas *	g	0,94±0,10 ^a	0,95±0,18 ^a	0,74±0,16 ^b
Fibras	g	1,97±0,11 ^{ns}	1,67±0,19 ^{ns}	1,65±0,50 ^{ns}
Lipídios	g	0,27±0,03 ^{ns}	0,29±0,04 ^{ns}	0,29±0,08 ^{ns}
Proteínas	g	1,21±0,25 ^{ns}	1,10±0,12 ^{ns}	1,33±0,27 ^{ns}
Carboidratos	g	3,39±0,46 ^{ns}	3,22±0,47 ^{ns}	2,87±0,89 ^{ns}
Energia	kcal	13±2,32 ^{ns}	13±1,16 ^{ns}	13±2,73 ^{ns}
pH		6,12±0,26 ^{ns}	6,15±0,37 ^{ns}	6,05±0,38 ^{ns}
Frutose	g	0,26±0,07 ^{ns}	0,24±0,07 ^{ns}	0,30±0,07 ^{ns}
Glucose	g	0,12±0,07 ^{ns}	0,13±0,06 ^{ns}	0,13±0,05 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}	0,09±0,21 ^{ns}
Sacarose	g	0,14±0,07 ^{ns}	0,12±0,05 ^{ns}	0,22±0,16 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	0,53±0,13 ^{ns}	0,49±0,16 ^{ns}	0,73±0,43 ^{ns}
Minerais				
Cálcio, Ca	mg	17,58±4,14 ^{ns}	17,59±3,72 ^{ns}	18,71±9,94 ^{ns}
Fósforo, P	mg	16,23±6,67 ^{ns}	14,66±4,14 ^{ns}	16,45±5,73 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	13,37±5,24 ^b	8,79±7,26 ^b	18,40±5,10 ^a
Potássio, K **	mg	258,92±46,57 ^a	159,45±56,35 ^b	187,16±88,82 ^b
Sódio, Na	mg	3,05±2,98 ^{ns}	1,06±0,92 ^{ns}	5,23±6,57 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,34±0,18 ^{ns}	0,26±0,09 ^{ns}	7,11±16,03 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,10±0,14 ^{ns}	0,08±0,12 ^{ns}	0,17±0,29 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	1,21±1,04 ^{ns}	0,59±0,26 ^{ns}	0,87±0,85 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,24±0,18 ^{ns}	0,13±0,08 ^{ns}	0,21±0,16 ^{ns}
Selênio, Se	µg	3,77±1,47 ^{ns}	3,49±2,33 ^{ns}	1,79±0,77 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,23±0,09 ^{ns}	0,14±0,03 ^{ns}	0,21±0,12 ^{ns}
Metais pesados				
Alumínio, Al	mg	0,80±0,78 ^{ns}	0,33±0,22 ^{ns}	0,26±0,37 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,89±0,90 ^{ns}	0,64±0,35 ^{ns}	0,39±0,46 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,69±0,97 ^{ns}	0,20±0,12 ^{ns}	0,19±0,20 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	2,77±1,25 ^{ns}	3,73±2,21 ^{ns}	2,61±0,75 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

ns - não significativo. * p=0,055; ** p=0,053

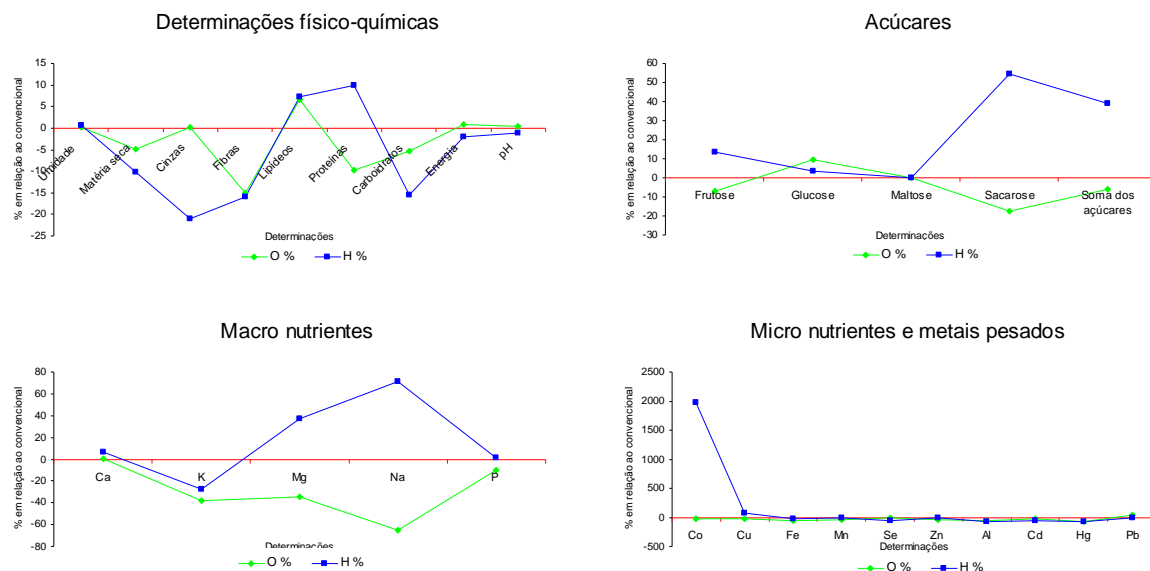
Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

SVEC *et al.* (1976) observaram menor concentração de K na alface orgânica, não observando, porém, diferenças significativas para o N, P, Ca, Mg e vitamina C.

FIGURA 13 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE ALFACE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



LAIRON *et al.* (1984), analisando matéria seca, proteína, aminoácidos, nitrato, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu e Mn, verificaram que os teores de matéria seca, proteína e aminoácidos não foram afetados pelos tratamentos (orgânico e convencional) enquanto que os minerais apresentaram efeitos variáveis, conforme o fertilizante utilizado, concordantes com o presente estudo. Em experimento similar, no mesmo ano, LAIRON *et al.* (1984) observaram diferenças apenas em relação ao teor de nitrato, em três das cinco amostras de alface encontraram níveis mais baixos de nitrato, quando cultivadas na primavera/verão.

4.4 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE **BATATA** (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae) OBTIDA NOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

No Brasil, a produção de batatas é quase que exclusivamente destinada ao consumo caseiro, com exceção de pequena produção de batatas fritas e minimamente

processadas em nível industrial. As características de interesse para o processamento incluem a densidade, textura e o teor de açúcares redutores. O teor de matéria seca ou sólidos totais é importante quanto ao rendimento, absorção de óleo durante a fritura e textura do produto final (PEREIRA, 1987).

No presente estudo, as amostras de batatas cultivadas organicamente apresentaram 19,57% a mais de matéria seca e 138,94% a mais de açúcares, quando comparadas com as amostras de batatas obtidas pelo sistema de cultivo convencional, sendo essa diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) (Tabela 8 e Figura 14).

O alto teor de açúcares tem influência negativa na formação da cor dourada, sendo, porém, desejável em certos produtos. Batatas com alto teor de sólidos produzem fritas de melhor textura, menos oleosas e de melhor paladar do que aquelas com baixo teor de sólidos (PEREIRA, 1987).

Para FILGUEIRA (1982) e RUBATZKI e YAMAGUCHI (1997) a composição química da batata pode variar de 63% a 87% de umidade, 13% a 37% de sólidos totais, 13% a 30% de carboidratos totais, de 1% a 5% de proteína, concordantes com os teores observados no presente estudo que se apresentaram dentro dessa faixa de resultados.

Embora não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas em relação às cinzas, fibras e proteínas, as amostras de batata orgânica apresentaram teores mais elevados (68,22%, 20,65% e 28,70% respectivamente), quando comparadas com as cultivadas convencionalmente (Figura 14).

DLOUHY (1989) durante cinco anos comparou batatas cultivadas pelos sistemas convencional e biodinâmico em relação aos teores de matéria seca, proteína, nitrato e vitamina C. As batatas convencionais apresentaram maiores teores de proteína e nitrato que as biodinâmicas, enquanto que estas apresentaram maiores teores de matéria seca, e vitamina C que as convencionais.

PETTERSSON *et al.* (1977), comparando batatas convencionais e biodinâmicas por três anos, observaram maiores teores de proteína e vitamina C nas primeiras.

TABELA 8 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE BATATA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	82,22±0,59 ^a	78,74±3,01 ^b
Matéria seca	g	17,78±0,59 ^b	21,26±3,01 ^a
Cinzas	g	0,67±0,04 ^{ns}	1,13±0,57 ^{ns}
Fibras	g	1,99±0,31 ^{ns}	2,40±0,37 ^{ns}
Lipídios	g	0,14±0,09 ^{ns}	0,15±0,08 ^{ns}
Proteínas	g	1,32±0,70 ^{ns}	1,70±0,16 ^{ns}
Carboidratos	g	15,65±0,70 ^b	18,30±2,59 ^a
Energia	kcal	61±2,09 ^b	72±10,77 ^a
pH		6,47±0,18 ^b	6,76±0,25 ^a
Frutose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Glucose	g	0,10±0,12 ^{ns}	0,25±0,15 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sacarose	g	0,31±0,35 ^b	0,73±0,10 ^a
Soma dos açúcares	g	0,41±0,40 ^b	0,98±0,24 ^a
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	2,49±0,70 ^{ns}	2,91±0,46 ^{ns}
Potássio, K	mg	174,90±68,92 ^{ns}	162,80±24,61 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	7,54±10,35 ^{ns}	4,62±0,79 ^{ns}
Sódio, Na	mg	0,10±0,26 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Fósforo, P	mg	15,38±6,02 ^{ns}	20,95±6,44 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	1,20±0,90 ^{ns}	1,80±1,08 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,06±0,03 ^{ns}	0,07±0,02 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	0,28±0,24 ^{ns}	0,43±0,13 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,14±0,09 ^{ns}	0,13±0,01 ^{ns}
Selênio, Se	µg	7,47±4,41 ^{ns}	9,92±4,02 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,18±0,10 ^{ns}	0,17±0,03 ^{ns}
Metais pesados			
Alumínio, Al	mg	0,30±0,36 ^{ns}	0,46±0,15 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	1,65±0,06 ^{ns}	0,21±0,39 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,40±0,25 ^{ns}	0,74±0,47 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	5,95±3,49 ^{ns}	3,94±1,24 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

ns - não significativo.

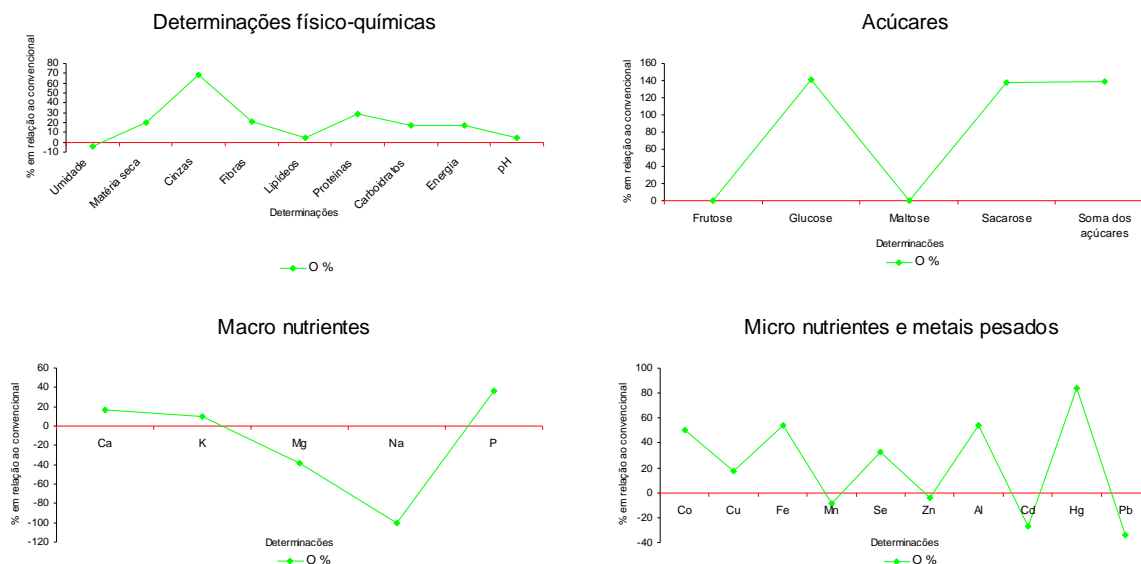
Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Para cada 100g de amostra, a UDSA (2003) e a USP (2003) apresentam a batata com cerca de 7mg de Ca, 394mg de K, 21mg de Mg, 6mg de Na, 0,05mg de Cu, 0,76mg de Fe, 0,2mg de Mn e 0,2mg de Zn. Entretanto, para FILGUEIRA (1982) e RUBATZKI e YAMAGUCHI (1997), os compostos inorgânicos ou minerais da batata variam muito de acordo com a variedade, tratos culturais, clima, local de plantio, maturação e armazenamento, o que justifica a variabilidade nos estudos apresentados para teores de minerais quando comparados os sistemas de cultivo.

FIGURA 14 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE BATATA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



LAIRON *et al.* (1984) analisaram amostras de batata orgânica e convencional em relação aos teores de matéria seca, proteína, aminoácidos, nitrato, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu e Mn. Observaram que os teores de matéria seca, vitamina C, K, Ca, Fe, Cu e Mn não foram afetados pelo tipo de tratamento, havendo, porém, uma tendência para maiores teores de P e Mg nas amostras obtidas organicamente.

À medida em que houve um incremento de N orgânico, MÜLLER e HIPPE (1987) e VOGTMANN *et al.* (1993) observaram um aumento no teor de matéria seca nas batatas, porém este aumento foi maior quando houve um incremento de N inorgânico. Observaram também tendência de aumento dos teores de proteína quando houve incremento na aplicação de N.

HANSEN (1981) comparou batatas e beterrabas cultivadas em quatro propriedades convencionais e quatro propriedades biodinâmicas, em diferentes regiões, com tipo de solo e clima similares. Em três das quatro regiões não observou maiores diferenças em relação aos teores de N, cinzas, P, K, Na, Ca e Mg, com exceção de menores níveis de nitrato nas beterrabas biodinâmicas.

JORHEM e SLANINA (2000) compararam batatas cultivadas pelos sistemas orgânico e convencional em relação aos teores de Zn, não observando diferença significativa entre as amostras.

4.5 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DE **CENOURA** (*Daucus carota* L., Umbelliferae) OBTIDA DOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

A cenoura é uma das hortaliças com maior produção na RMC (66.818 ton) e uma das mais produtivas do Paraná (27,076 t/ha), perdendo apenas para o tomate (PARANÁ, 2003a; EMATER-PR, 2003).

Embora sejam numerosas as cultivares produzidas em outras nações, em nossa região há predomínio do grupo Nantes, Shin Kuroda, Tropical e Brasília. Dependendo da cultivar, pode-se produzir cenouras durante todo o ano (FILGUEIRA, 1982).

Segundo a USP (2001) e USDA (2003), os teores de alguns nutrientes da cenoura podem variar de 88,29% a 91,89% de umidade, 0,81% a 0,97% de cinzas, 2,81% a 3,00% de fibra, 0,20% a 0,24% de lipídios, 0,93% a 1,01% de proteínas, 9,58% de carboidratos e 19% a 41% de energia metabolizável.

As amostras de cenoura analisadas no presente estudo não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional (Tabela 9). Entretanto, a Figura 15 apresenta algumas tendências, quando comparados os dois sistemas de cultivo, como maior teor de matéria seca, cinzas, carboidratos, açúcares, Ca, Na, Co, Fe e Se para o sistema orgânico.

LIEBLEIN (1993) comparou cenouras cultivadas com quatro níveis de fertilizantes orgânicos e minerais, em duas localizações diferentes, durante dois anos, analisando os teores de carotenóides, N, nitrato, matéria seca, glicose, frutose e sacarose. À medida em que houve aumento na aplicação de N, aumentou o teor de N e carboidratos nas cenouras convencionais, variando, porém, com a localização e com o ano.

TABELA 9 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE CENOURA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	90,46±0,67 ^{ns}	90,30±2,31 ^{ns}
Matéria seca	g	9,55±0,67 ^{ns}	9,70±2,31 ^{ns}
Cinzas	g	0,72±0,18 ^{ns}	0,75±0,14 ^{ns}
Fibras	g	2,71±0,45 ^{ns}	2,56±0,44 ^{ns}
Lipídios	g	0,18±0,08 ^{ns}	0,17±0,08 ^{ns}
Proteínas	g	0,94±0,53 ^{ns}	0,74±0,25 ^{ns}
Carboidratos	g	7,73±0,83 ^{ns}	8,04±2,18 ^{ns}
Energia	kcal	25±2,20 ^{ns}	26±8,30 ^{ns}
pH		6,54±0,24 ^{ns}	6,24±0,36 ^{ns}
Frutose	g	0,74±0,19 ^{ns}	0,85±0,33 ^{ns}
Glucose	g	0,72±0,19 ^{ns}	0,95±0,43 ^{ns}
Maltose	g	0,08±0,08 ^{ns}	0,01±0,03 ^{ns}
Sacarose	g	1,63±0,43 ^{ns}	1,24±0,74 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	3,17±0,69 ^{ns}	3,05±1,14 ^{ns}
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	11,44±2,56 ^{ns}	13,78±3,61 ^{ns}
Potássio, K	mg	281,10±51,45 ^{ns}	207,82±104,16 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	13,41±5,31 ^{ns}	9,97±7,36 ^{ns}
Sódio, Na	mg	11,84±7,39 ^{ns}	17,59±14,98 ^{ns}
Fósforo, P	mg	17,60±4,05 ^{ns}	20,15±6,84 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,33±0,23 ^{ns}	0,50±0,37 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,05±0,01 ^{ns}	0,04±0,02 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	0,32±0,28 ^{ns}	0,56±0,60 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,14±0,07 ^{ns}	0,15±0,07 ^{ns}
Selênio, Se	µg	1,84±0,99 ^{ns}	9,67±11,28 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,20±0,07 ^{ns}	0,18±0,09 ^{ns}
Metais pesados			
Alumínio, Al	mg	0,27±0,14 ^{ns}	0,51±0,79 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,66±0,35 ^{ns}	1,14±0,49 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	2,63±6,22 ^{ns}	1,05±0,91 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	5,53±3,07 ^{ns}	3,68±3,35 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

ns - não significativo.

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

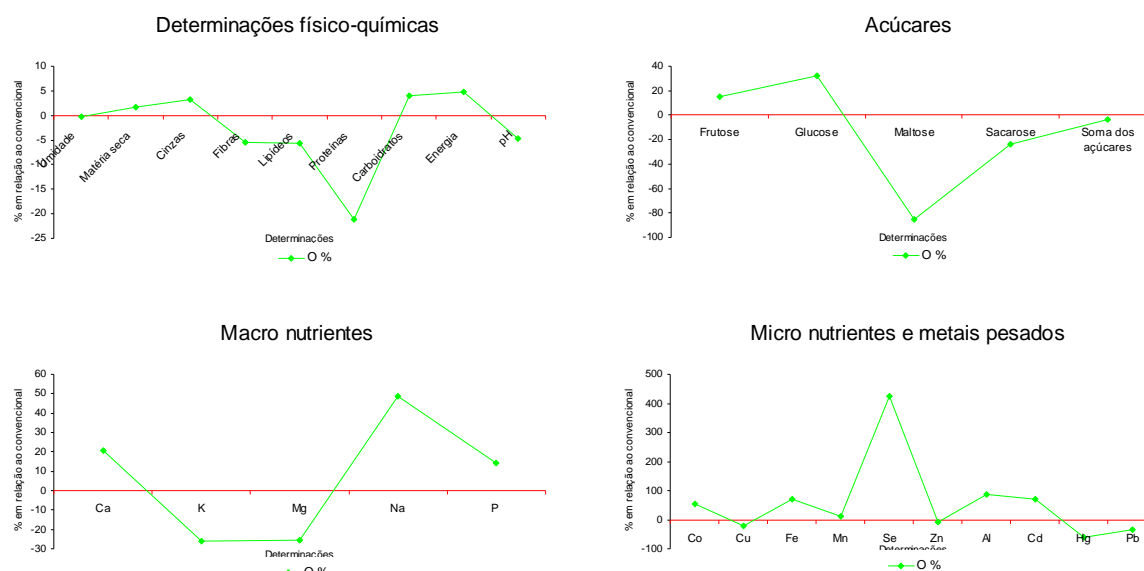
(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Os efeitos da localização e do ano influenciou mais o teor de N do que os tratamentos com fertilizantes. Não houve diferença entre os níveis de carotenóides com o aumento da aplicação de fertilizantes. Também não houve efeito do tratamento nos teores de matéria seca, havendo, porém, um decréscimo de matéria seca com o aumento de fertilizantes minerais. A análise multivariada revelou que a localização

apresentou-se como uma variável importante, afetando qualquer diferença entre os tipos de tratamentos com fertilizantes.

FIGURA 15 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE CENOURA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



Vários autores não conseguiram registrar diferenças significativas, observando valores variáveis quando compararam cenouras cultivadas com dois tratamentos diferentes: orgânico e convencional. Entretanto, observou-se um maior consenso quando afirmaram que as amostras obtidas organicamente apresentaram teores mais elevados de matéria seca (NILSON, 1979; PITHER e HALL, 1990; LECLERC *et al.*, 1991; WARMAN e HAVARD, 1997; JORHEM e SLANINA, 2000), observado também no presente estudo.

4.6 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **COUVE-FLOR** (*Brassica oleracea* L., *Cruciferae*) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Segundo a USP (2001) e USDA (2003) os teores de alguns nutrientes do couve-flor podem variar de 91,91% a 92,52% de umidade, 0,66% a 0,71% de cinzas, cerca de

2,5% de fibra alimentar, 0,21% a 0,23% de lipídios, 1,98% a 2,01% de proteínas, 5,20% de carboidratos 18% a 25% de energia metabolizável.

Com exceção do pH, as amostras de couve-flor analisadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional (Tabela 10).

TABELA 10 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE COUVE-FLOR OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional $n^{(1)} = 7$ Média±DP ⁽²⁾	Orgânico $n^{(1)} = 6$ Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	90,93±0,88 ^{ns}	90,86±1,84 ^{ns}
Matéria seca	g	9,07±0,88 ^{ns}	9,14±1,84 ^{ns}
Cinzas	g	0,71±0,12 ^{ns}	0,67±0,04 ^{ns}
Fibras	g	2,23±0,83 ^{ns}	2,46±0,53 ^{ns}
Lipídios	g	0,31±0,14 ^{ns}	0,28±0,06 ^{ns}
Proteínas	g	1,66±0,55 ^{ns}	1,80±0,38 ^{ns}
Carboidratos	g	6,40±1,40 ^{ns}	6,39±1,66 ^{ns}
Energia	kcal	26±4,90 ^{ns}	25±5,79 ^{ns}
pH		6,91±0,19 ^a	6,55±0,34 ^b
Frutose	g	0,77±0,28 ^{ns}	2,93±6,47 ^{ns}
Glucose	g	0,54±0,29 ^{ns}	2,66±5,95 ^{ns}
Maltose	g	0,05±0,06 ^{ns}	0,09±0,09 ^{ns}
Sacarose	g	0,43±0,20 ^{ns}	0,81±0,60 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	1,59±0,58 ^{ns}	6,48±12,89 ^{ns}
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	9,64±2,07 ^{ns}	9,47±3,60 ^{ns}
Potássio, K	mg	200,07±28,85 ^{ns}	175,06±80,87 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	12,16±4,26 ^{ns}	9,32±8,14 ^{ns}
Sódio, Na	mg	2,01±0,76 ^{ns}	1,84±2,02 ^{ns}
Fósforo, P	mg	24,75±12,74 ^{ns}	24,72±8,57 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,51±0,34 ^{ns}	0,74±0,53 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,02±0,00 ^{ns}	0,02±0,00 ^{ns}
Ferro, Fe	Mg	0,23±0,08 ^{ns}	0,25±0,11 ^{ns}
Manganês, Mn	Mg	0,13±0,04 ^{ns}	0,16±0,07 ^{ns}
Selênio, Se	µg	2,22±2,59 ^{ns}	4,32±3,26 ^{ns}
Zinco, Zn	Mg	0,29±0,07 ^{ns}	0,25±0,14 ^{ns}
Metais pesados			
Alumínio, Al	Mg	0,05±0,02 ^{ns}	0,06±0,05 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,32±0,16 ^{ns}	0,54±0,29 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,27±0,43 ^{ns}	5,06±11,80 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	1,63±1,74 ^{ns}	2,01±1,49 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

ns - não significativo.

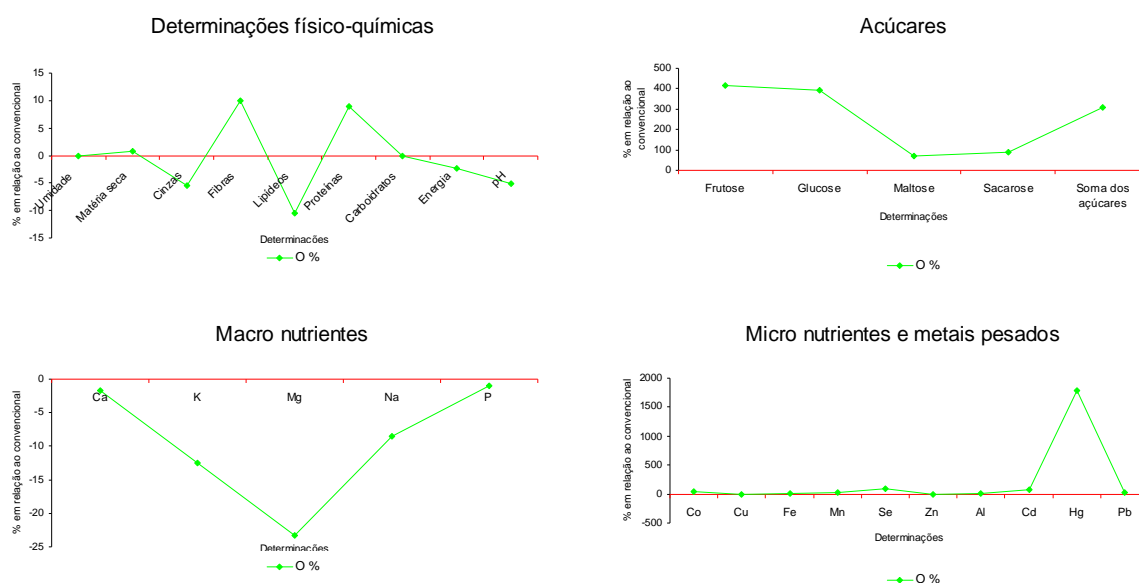
Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Entretanto, a Figura 16 apresenta algumas tendências, observando-se que as amostras orgânicas apresentaram maiores teores de matéria seca (0,79%), fibras (10,02%), proteínas (8,94%) e açúcares (308,34%) quando comparadas com as amostras cultivadas convencionalmente.

FIGURA 16 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE COUVE-FLOR OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



À medida em que houve um incremento de N orgânico, MÜLLER e HIPPE (1987) observaram um aumento no teor de matéria seca na couve-flor, porém, este aumento foi maior quando houve um incremento de N inorgânico. Observaram tendência de aumento dos teores de proteína quando houve incremento na aplicação de N.

4.7 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **ESPINAFRE** (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) O. Kuntze (T. expansa), Aizoaceae) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

O espinafre-da-Nova-Zelândia é considerado um substituto para o espinafre europeu, ou verdadeiro, mas que pertence à família das Quenopodiaceae, sendo folhas e talos as partes consumidas (FILGUEIRA, 1982; RUBATZKI e YAMAGUCHI, 1997).

O espinafre apresenta elevado conteúdo mineral, em especial Na, Mg, K, Ca, Fe e Mn. Em relação a alguns nutrientes, o espinafre pode apresentar cerca de 91,58% de umidade, 1,72% de cinzas, 2,7% de fibra alimentar, 0,35% de lipídios, 2,86% de proteínas, 3,50% de carboidratos e 22% de energia metabolizável (USDA, 2003).

Com exceção do Ca (O 48,64% < C), as amostras de espinafre analisadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional (Tabela 11).

Entretanto, a Figura 17 apresenta algumas tendências, quando comparados os dois sistemas de cultivo. Em relação aos minerais, no presente estudo, a maioria deles, com exceção do Na, Cu, Se e Hg, apresentaram teores mais elevados nas amostras obtidas pelo sistema convencional. Também apresentaram teores mais elevados de matéria seca (10,88%), fibras (2,40%), proteínas (20,79%), lipídios (24,97%), proteínas (20,79%), carboidratos (8,36%), energia (20,30%) e açúcares (41,97%).

Esses resultados estão concordantes com estudos de AHRENS *et al.* (1983), quando compararam amostras de espinafre tratadas com NPK e composto orgânico, observando maiores teores de matéria seca nas amostras tratadas com NPK.

À medida em que houve um incremento de N orgânico, MÜLLER e HIPPE (1987) observaram um aumento no teor de matéria seca no espinafre, porém, este aumento foi maior quando houve um incremento de N inorgânico. Observaram tendência de aumento dos teores de proteína quando houve incremento na aplicação de N.

PEAVY e GREIG (1972), durante dois anos, compararam amostras de espinafre tratadas com fertilizantes orgânico e mineral, com quatro níveis de aplicação. Os níveis de N e Ca apresentaram-se mais baixos nas amostras tratadas com fertilizante orgânico

em duas das três safras, enquanto que os de P e Na apresentaram-se mais altos em todas as safras. Os níveis de Fe apresentaram-se mais altos nas amostras tratadas com fertilizante orgânico em duas das três safras. Observaram também pequeno efeito nos níveis de K, Mg, Zn e Mn.

TABELA 11 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE ESPINAFRE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 7 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	92,17±2,23 ^{ns}	93,02±1,18 ^{ns}
Matéria seca	g	7,83±2,23 ^{ns}	6,98±1,18 ^{ns}
Cinzas	g	1,44±0,42 ^{ns}	1,44±0,36 ^{ns}
Fibras	g	2,37±0,57 ^{ns}	2,32±0,47 ^{ns}
Lipídios	g	0,33±0,07 ^a	0,25±0,03 ^b
Proteínas	g	2,12±0,35 ^a	1,68±0,29 ^b
Carboidratos	g	3,94±1,51 ^{ns}	3,61±0,78 ^{ns}
Energia	kcal	18±5,46 ^{ns}	14±2,94 ^{ns}
pH		6,28±0,16 ^{ns}	6,18±0,23 ^{ns}
Frutose	g	0,028±0,10 ^{ns}	0,19±0,11 ^{ns}
Glucose	g	0,06±0,12 ^{ns}	0,06±0,09 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sacarose	g	0,09±0,25 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	0,43±0,45 ^{ns}	0,25±0,19 ^{ns}
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	44,93±14,23 ^a	23,08±13,66 ^b
Potássio, K	mg	313,80±104,13 ^{ns}	211,03±102,16 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	56,64±24,62 ^{ns}	31,34±25,54 ^{ns}
Sódio, Na	mg	40,09±28,23 ^{ns}	62,51±48,34 ^{ns}
Fósforo, P	mg	19,34±8,87 ^{ns}	13,97±5,15 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	1,19±0,42 ^{ns}	0,70±0,61 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,06±0,03 ^{ns}	0,10±0,12 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	1,62±1,06 ^{ns}	1,22±1,29 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	2,30±2,63 ^{ns}	0,42±0,28 ^{ns}
Selênio, Se	µg	4,15±3,98 ^{ns}	4,95±5,49 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,46±0,33 ^{ns}	0,19±0,09 ^{ns}
Metais pesados			
Alumínio, Al	mg	1,33±1,06 ^{ns}	0,88±1,09 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	2,29±1,49 ^{ns}	1,15±1,05 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,35±0,25 ^{ns}	0,66±0,81 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	4,19±2,29 ^{ns}	3,56±2,33 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

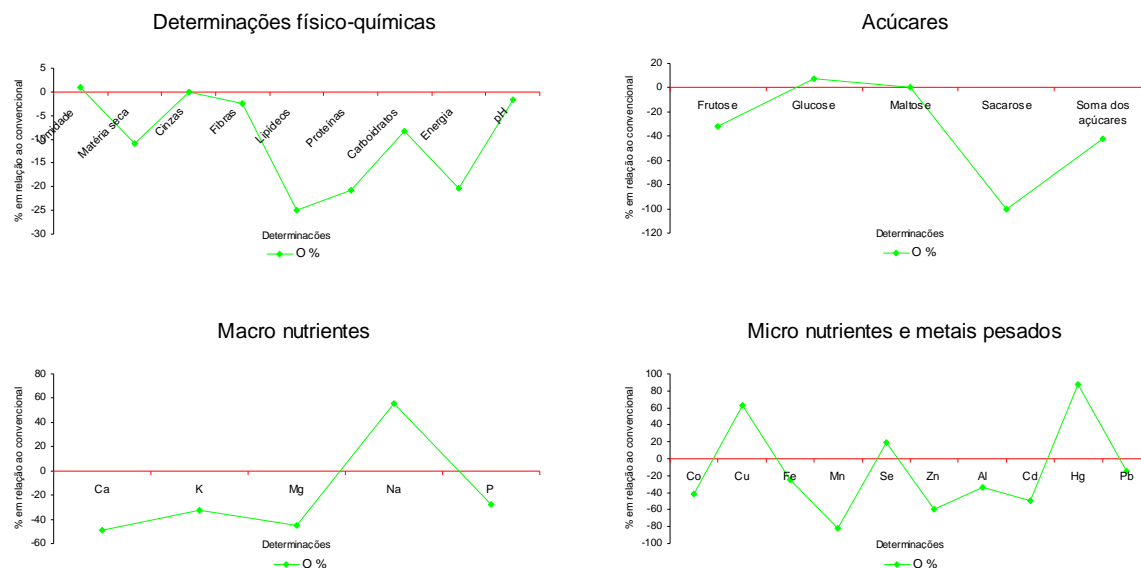
ns - não significativo.

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

FIGURA 17 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE ESPINAFRE OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



SCHUPHAN (1974), comparando batatas, espinafre, alface, cenoura em relação ao tipo de fertilizante utilizado (orgânico e não orgânico), obteve níveis mais baixos de nitrato, maiores teores de vitamina C para o espinafre cultivado com fertilizante orgânico e níveis de minerais variáveis, dependendo do tipo da cultura analisada.

BARKER (1975), durante dois anos comparou duas variedades de espinafre tratadas com diferentes tipos de fertilizantes, em relação aos teores de N e nitrato. As amostras tratadas com compostos orgânicos apresentaram menores teores de N, quando comparadas com as tratadas com nitrato de amônio.

KANSAL *et al.* (1981) compararam amostras de espinafre tratadas com quatro níveis de uréia e três níveis de adubo orgânico, mais algumas combinações. Analisaram os teores de matéria seca, N, P, Fe, Mn, Zn, Cu, açúcares e vitamina C. Os teores mais baixos de N foram obtidos em amostras tratadas apenas com adubo orgânico. O efeito do adubo no teor de P não ficou claro.

4.8 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **MORANGO** (*Fragaria ananassa* Duch., Rosaceae) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

O morangueiro pertence à família das Rosáceas e ao gênero *Fragaria*. Na RMC é mais comum a produção das cultivares Siscapel, Tudlas e Camarosa. A introdução de cultivares mais adaptadas e de novas técnicas de cultivo, a partir da década de 1980, bem como a maior oferta de mudas com sanidade controlada, vem contribuindo para um maior desenvolvimento da cultura no Brasil (FILGUEIRA, 1982; LIMA, 1999).

O morango tem atração peculiar por sua cor vermelho-brilhante, odor envolvente, textura macia e sabor levemente acidificado. Essas características devem-se ao alto teor de umidade (cerca de 90%), sendo o sabor característico proveniente principalmente dos ácidos cítrico e málico e açúcares, entre os quais predominam a glicose e a frutose (4,5%) e a sacarose (0,9%). Os minerais de maior destaque são o cálcio e o fósforo (29mg/100g) (LIMA, 1999).

Segundo a USP (2001) e USDA (2003), os teores de alguns nutrientes do morango podem variar de 90,76% a 91,57% de umidade, 0,42% a 0,43% de cinzas, cerca de 2,3% a 2,8% de fibra alimentar, 0,37% a 0,68% de lipídios, 0,61% a 0,80% de proteínas, 7,02% de carboidratos e 30% de energia metabolizável.

No presente trabalho, os minerais K, Mg, Na, P, Co, Cu, Fe, Al e Pb apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico (Tabela 12 e Figura 18). Podem ser destacados teores superiores nas amostras obtidas no sistema orgânico para o K (79,67%), Mg (183,16%), Na (858,49%), P (63,06%), Co (399,53%), Cu (198,74%), Fe (342,39%), Zn (134,13), Al (363,15%) e Pb (75,31%).

CAYUELA *et al.* (1997) compararam algumas cultivares de morangos cultivados por um agricultor orgânico e um convencional, com coletas semanais, durante três meses. Analisaram acidez, açúcares, matéria seca, cinzas, vitamina C, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu. No geral, não foram observadas diferenças na acidez, cinzas, vitamina C e

minerais, mas os níveis de açúcares e matéria seca foram maiores nas amostras obtidas pelo sistema orgânico.

Excetuando-se alguns minerais, os demais nutrientes determinados nas amostras de morango não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional (Tabela 12).

TABELA 12 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE MORANGO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional $n^{(1)} = 6$ Média±DP ⁽²⁾	Orgânico $n^{(1)} = 7$ Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	90,68±1,17 ^{ns}	90,42±1,20 ^{ns}
Matéria seca	g	9,32±1,17 ^{ns}	9,58±1,20 ^{ns}
Cinzas	g	0,38±0,06 ^{ns}	0,39±0,05 ^{ns}
Fibras	g	1,51±0,81 ^{ns}	1,91±0,31 ^{ns}
Lipídios	g	0,31±0,08 ^{ns}	0,27±0,06 ^{ns}
Proteínas	g	0,67±0,09 ^{ns}	0,83±0,23 ^{ns}
Carboidratos	g	7,96±0,11 ^{ns}	8,09±0,13 ^{ns}
Energia	kcal	31±6,21 ^{ns}	30±4,62 ^{ns}
pH		3,54±0,34 ^{ns}	3,62±0,10 ^{ns}
Frutose	g	1,62±0,30 ^{ns}	1,68±0,32 ^{ns}
Glucose	g	17,74±2,84 ^{ns}	13,91±2,90 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sucrose	g	0,22±0,26 ^{ns}	0,34±0,15 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	16,59±3,10 ^{ns}	15,94±3,35 ^{ns}
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	7,88±2,69 ^{ns}	10,60±2,13 ^{ns}
Potássio, K	mg	100,04±29,40 ^b	179,75±50,72 ^a
Magnésio, Mg	mg	6,65±4,03 ^b	18,84±6,99 ^a
Sódio, Na	mg	0,11±0,30 ^b	1,10±0,93 ^a
Fósforo, P	mg	13,46±3,81 ^b	21,95±3,50 ^a
Cobalto, Co	µg	0,36±0,14 ^b	1,79±1,47 ^a
Cobre, Cu	mg	0,04±0,01 ^b	0,11±0,08 ^a
Ferro, Fe*	mg	0,12±0,06 ^b	0,54±0,52 ^a
Manganês, Mn	mg	0,33±0,2 ^{ns}	0,21±0,07 ^{ns}
Selênio, Se	µg	3,33±4,73 ^{ns}	0,20±0,25 ^{ns}
Zinco, Zn**	mg	0,08±0,02 ^b	0,18±0,13 ^a
Metais pesados			
Alumínio, Al	mg	0,08±0,02 ^b	0,37±0,23 ^a
Cádmio, Cd	µg	0,98±1,13 ^{ns}	0,91±1,50 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	1,63±6,22 ^{ns}	1,84±3,00 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	1,35±0,53 ^b	2,36±0,90 ^a

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

ns - não significativo; * $p=0,056$; ** $p=0,059$

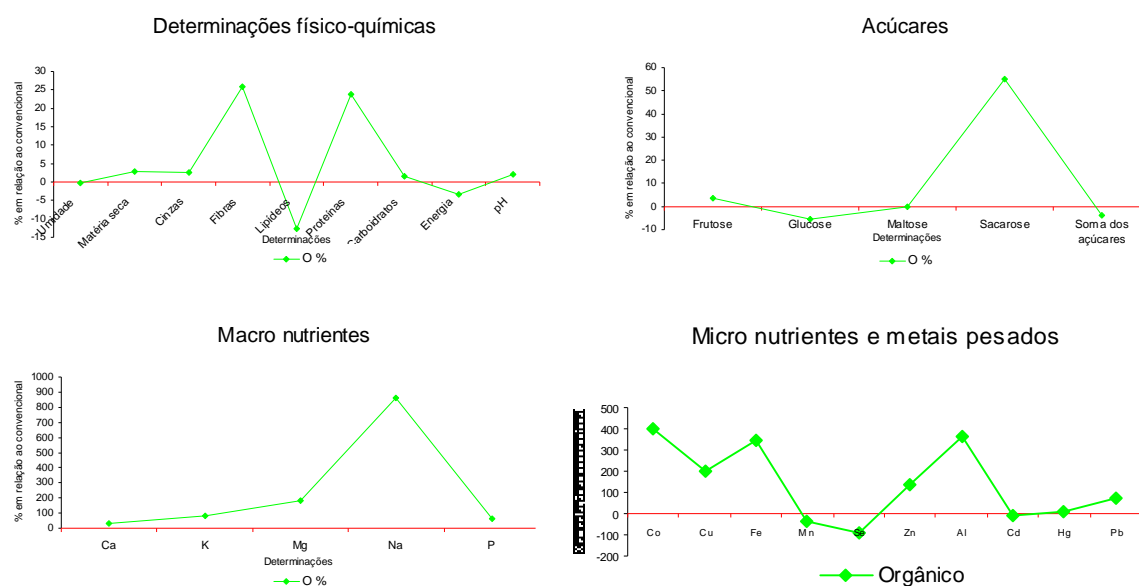
Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Entretanto, a Figura 18 apresenta algumas tendências, sendo que as amostras obtidas organicamente apresentaram maiores teores de matéria seca (2,79%), cinzas (2,55%), fibras (25,91%) e proteínas (23,80%).

FIGURA 18 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE MORANGO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



4.9 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **PEPINO** (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

O pepino é consumido normalmente em forma de salada ou pickles. Em países asiáticos, Japão e Índia também são consumidos cozidos, em conserva, como guarnição ou desidratados (RUBATZKI e YAMAGUCHI, 1997).

Segundo a USP (2001) e USDA (2003), os teores de alguns nutrientes do pepino podem variar de 96,01% a 97,10% de umidade, 0,31% a 0,41% de cinzas, 0,8% a 1,11% de fibra alimentar, 0,07% a 0,13% de lipídios, 0,47% a 0,69% de proteínas, cerca

de 3% de carboidratos e 13% de energia metabolizável, compatíveis com os dados obtidos no presente trabalho (Tabela 13).

TABELA 13 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE PEPINO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional $n^{(1)} = 6$ Média±DP ⁽²⁾	Orgânico $n^{(1)} = 6$ Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	95,76±0,33 ^{ns}	95,86±0,80 ^{ns}
Matéria seca	g	4,25±0,33 ^{ns}	4,14±0,80 ^{ns}
Cinzas	g	0,43±0,03 ^{ns}	0,38±0,06 ^{ns}
Fibras	g	1,12±0,30 ^{ns}	1,05±0,22 ^{ns}
Lipídios	g	0,17±0,13 ^{ns}	0,10±0,01 ^{ns}
Proteínas	g	0,64±0,09 ^{ns}	0,57±0,12 ^{ns}
Carboidratos	g	3,01±0,26 ^{ns}	3,09±0,71 ^{ns}
Energia	kcal	12±0,44 ^{ns}	11±2,62 ^{ns}
pH		6,32±0,17 ^a	5,92±0,36 ^b
Frutose	g	0,37±0,27 ^{ns}	0,54±0,23 ^{ns}
Glucose	g	0,18±0,12 ^{ns}	0,27±0,15 ^{ns}
Maltose	g	0,03±0,02 ^{ns}	0,03±0,03 ^{ns}
Sacarose	g	0,14±0,12 ^{ns}	0,09±0,07 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	0,72±0,52 ^{ns}	0,93±0,45 ^{ns}
Minerais			
Cálcio, Ca	mg	10,00±6,15 ^{ns}	6,33±1,22 ^{ns}
Potássio, K	mg	38,74±30,20 ^b	77,07±29,18 ^a
Magnésio, Mg	mg	5,13±5,30 ^{ns}	2,87±2,44 ^{ns}
Sódio, Na	mg	0,26±0,42 ^{ns}	0,08±0,18 ^{ns}
Fósforo, P	mg	13,07±7,37 ^{ns}	9,00±1,89 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,59±0,70 ^{ns}	0,38±0,16 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,03±0,01 ^{ns}	0,03±0,02 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	0,14±0,07 ^{ns}	0,10±0,03 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,06±0,03 ^{ns}	0,05±0,02 ^{ns}
Selênio, Se	µg	3,32±2,42 ^{ns}	1,87±1,35 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,09±0,03 ^{ns}	0,08±0,02 ^{ns}
Metais pesados			
Alumínio, Al	mg	0,04±0,04 ^{ns}	0,02±0,01 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,41±0,57 ^{ns}	0,22±0,10 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,69±0,96 ^{ns}	0,23±0,40 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	0,77±0,62 ^{ns}	0,76±0,43 ^{ns}

NOTA: a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% ($p \leq 0,05$).

ns - não significativo.

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

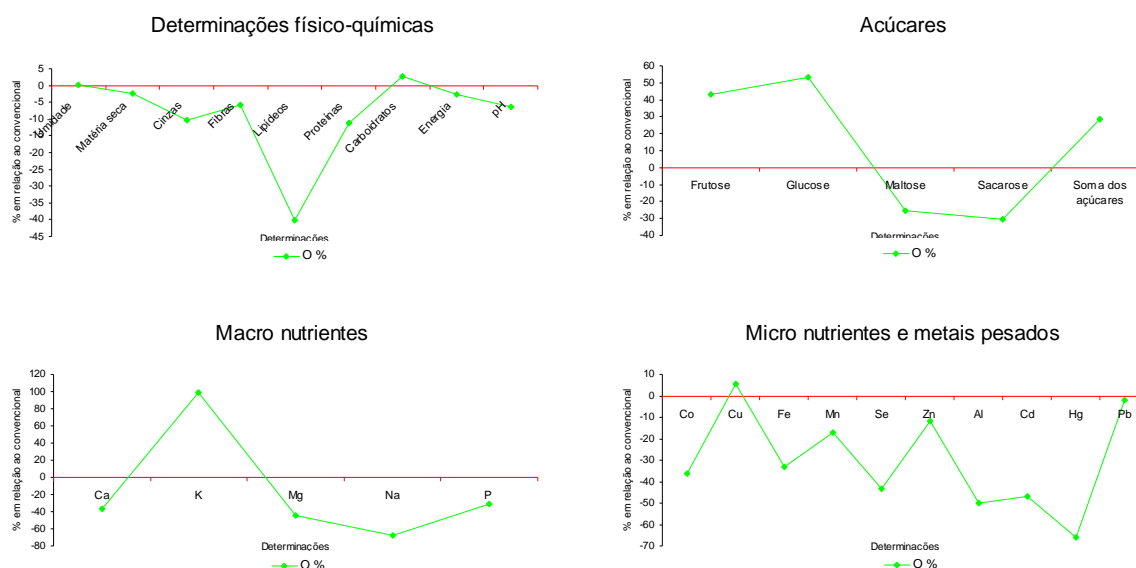
(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Em relação as determinações físico-químicas, as amostras de pepino analisadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional, com exceção do pH mais elevado nas amostras obtidas convencionalmente (Tabela 13). Entretanto, a Figura 19 apresenta

algumas tendências, como teores mais elevados de carboidratos (2,68%), açúcares (28,43%), K (98,95%) e Cu (5,37%) nas amostras obtidas pelo sistema orgânico.

FIGURA 19 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE PEPINO OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



NOTA: Considerar Convencional como 0%

4.10 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **TOMATE CEREJA** (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray., Solanaceae) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

O tomate cereja é um fruto de baga carnosa e succulenta, geralmente vermelho quando maduro (FILGUEIRA, 1982). O interior do fruto possui sementes $\geq 1,5$ mm, pode apresentar fruto com diâmetro maior que 1,5 cm (SILVA e GIORDANO, 2000).

Bastante apreciado para o consumo *in natura*, esta cultura tem se desenvolvido nos últimos três anos na RMC, principalmente os tipo “longa vida”, por sua maior resistência às injúrias pós-colheita e maior vida de prateleira.

Conforme observado na Tabela 14, as amostras obtidas pelo sistema orgânico e hidropônico não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando

comparados entre si, diferindo entretanto, das amostras obtidas pelo sistema convencional (-30,81% e -26,41%, respectivamente).

TABELA 14 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE TOMATE CEREJA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Hidropônico n ⁽¹⁾ = 3 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	91,01±1,16 ^{ns}	92,08±0,71 ^{ns}	91,55±0,70 ^{ns}
Matéria seca	g	8,99±1,16 ^{ns}	7,92±0,71 ^{ns}	8,45±0,70 ^{ns}
Cinzas	g	0,53±0,11 ^{ns}	0,57±0,07 ^{ns}	0,48±0,12 ^{ns}
Fibras	g	1,88±0,26 ^{ns}	1,69±0,21 ^{ns}	1,78±0,15 ^{ns}
Lipídios	g	0,54±0,08 ^a	0,37±0,08 ^b	0,40±0,03 ^b
Proteínas	g	1,06±0,19 ^{ns}	0,91±0,06 ^{ns}	1,02±0,30 ^{ns}
Carboidratos	g	6,87±1,07 ^{ns}	6,07±0,67 ^{ns}	6,56±0,30 ^{ns}
Energia	kcal	30±4,95 ^{ns}	25±2,63 ^{ns}	27±2,07 ^{ns}
pH		4,35±0,18 ^{ns}	4,44±0,16 ^{ns}	3,84±0,74 ^{ns}
Frutose	g	1,27±0,26 ^{ns}	1,15±0,15 ^{ns}	1,52±0,08 ^{ns}
Glucose	g	0,73±0,22 ^{ns}	0,65±0,15 ^{ns}	0,93±0,02 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sacarose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Soma dos açúcares	g	2,00±0,47 ^{ns}	1,81±0,28 ^{ns}	2,45±0,09 ^{ns}
Minerais				
Cálcio, Ca	mg	4,10±0,84 ^{ns}	3,30±0,39 ^{ns}	5,53±2,72 ^{ns}
Potássio, K	mg	108,23±42,81 ^{ns}	112,77±45,72 ^{ns}	151,52±88,58 ^{ns}
Magnésio, Mg	mg	2,34±1,09 ^b	3,14±3,42 ^b	9,24±6,91 ^a
Sódio, Na	mg	0,12±0,22 ^{ns}	0,32±0,76 ^{ns}	1,41±1,20 ^{ns}
Fósforo, P	mg	10,82±3,96 ^{ns}	10,60±1,54 ^{ns}	15,42±7,15 ^{ns}
Cobalto, Co	µg	0,20±0,19 ^{ns}	0,26±0,13 ^{ns}	0,32±0,36 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	5,97±0,02 ^{ns}	9,27±0,03 ^{ns}	3,98±0,03 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	0,12±0,04 ^{ns}	0,11±0,04 ^{ns}	0,19±0,14 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,12±0,06 ^b	0,07±0,03 ^b	0,17±0,08 ^a
Selênio, Se	µg	5,16±5,08 ^{ns}	4,39±5,79 ^{ns}	3,43±1,23 ^{ns}
Zinco, Zn	mg	0,01±0,03 ^{ns}	0,09±0,02 ^{ns}	0,14±0,06 ^{ns}
Metais pesados				
Alumínio, Al	mg	0,01±0,01 ^{ns}	0,01±0,01 ^{ns}	0,04±0,04 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,46±0,15 ^{ns}	0,39±0,12 ^{ns}	2,96±4,64 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,29±0,33 ^{ns}	0,41±0,64 ^{ns}	0,16±0,20 ^{ns}
Chumbo, Pb	µg	1,66±0,90 ^{ns}	1,99±1,27 ^{ns}	3,70±2,22 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

ns - não significativo.

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

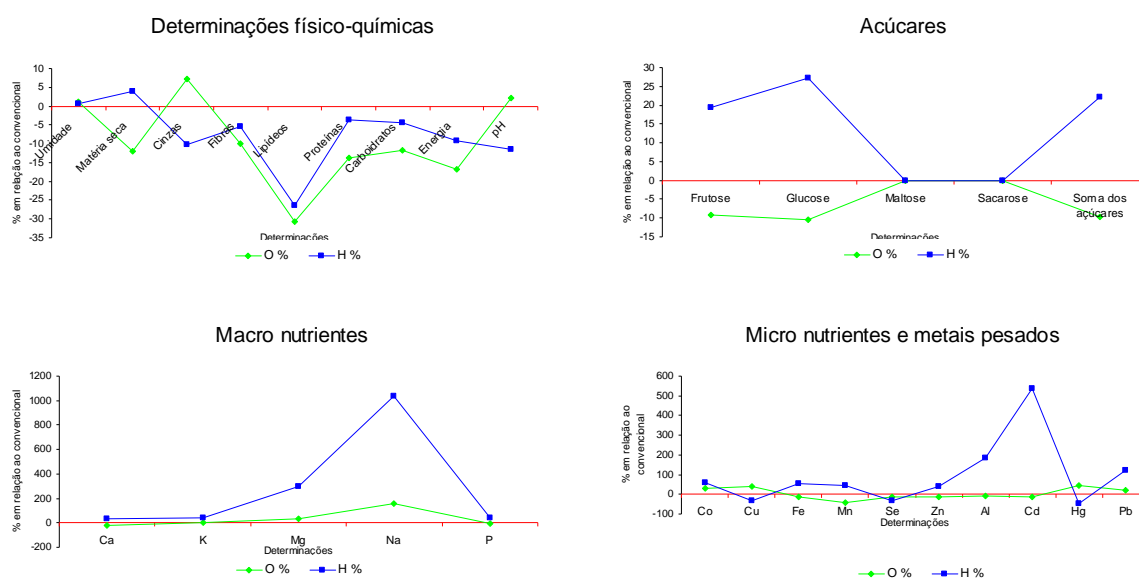
(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

Em relação ao Mg e Mn, as amostras de tomate cereja analisadas não apresentaram diferenças estatísticas significativas (p≤0,05), quando comparados os sistemas de cultivo orgânico e convencional, diferindo, entretanto, das amostras obtidas pelo sistema hidropônico (Tabela 14).

A Figura 20 apresenta algumas tendências, quando comparados os três sistemas de cultivo. O teor de matéria seca das amostras orgânicas apresentaram-se 11,92% inferiores às convencionais.

FIGURA 20 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE TOMATE CEREJA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



4.11 DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE **TOMATE SALADA** (*Lycopersicon esculentum* var. L., Solanaceae) OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

No Paraná, o tomate ocupa o segundo lugar entre as hortícolas, por ordem de importância econômica, sendo produzido cerca de 134 mil ton na safra de 2000/2001 (PARANÁ, 2003b).

Quanto ao valor nutricional, o tomate não é das hortícolas mais ricas em vitaminas e sais minerais, especialmente por conter cerca de 94% de água. Todavia, por ser consumido em maior quantidade e com maior frequência, em relação a outras

hortícolas mais nutritivas, o tomate torna-se uma fonte de tais nutrientes, principalmente pelo fato de ser mais consumido *in natura*. Segundo alguns autores (FILGUEIRA, 1982; USP, 2001; USDA, 2003), a matéria seca (6%, em média) inclui cerca de 3,5% a 4,7% de carboidratos sem fibras, 0,8% a 1,2% de proteínas e 0,2% a 0,3% de lipídios, sendo que o perfil dos minerais é variável, em função principalmente da variedade e do manejo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos (Tabela 15) nas amostras de tomate salada analisadas no presente trabalho.

Mesmo para as determinações físico-químicas das amostras de tomate analisadas, onde não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$), pode-se observar algumas tendências, quando comparadas em relação aos três sistemas de cultivo. As amostras analisadas apresentaram uma tendência em relação às proteínas (H 19.69% > C; O 8,50% > C), matéria seca (H 0,64% > C; O 21,03% < C) quando comparados os três sistemas de cultivo (Tabela 15 e Figura 21).

À medida em que houve um incremento de N orgânico, MÜLLER e HIPPE (1987) observaram não haver um aumento no teor de matéria seca no tomate, ocorrendo, porém, pequeno aumento quando do incremento de N inorgânico. Observaram tendência de aumento dos teores de proteínas quando houve incremento na aplicação de N.

CLARK *et al.* (1999) compararam tomates cultivados sob quatro diferentes tratamentos em relação aos teores de N. Observaram um aumento significativo de N nos tomates obtidos nos dois sistemas de cultivo convencionais, em três dos quatro anos. O teor de N não foi significativamente maior no tratamento convencional com baixa aplicação de fertilizante, quando comparado com os obtidos organicamente, em dois dos quatro anos.

As amostras de tomate salada analisadas em relação aos minerais (K, Mg, Na, P, Mn, Zn e Hg) não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico, diferindo, porém, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico (Tabela 15).

Em estudo comparativo entre a agricultura orgânica e convencional, PITHER e HALL (1990) analisaram amostras de tomates, maçãs, couve e batatas, em relação ao

teor de umidade, sólidos totais, açúcares, amido, Fe, K e Zn, observando resultados variáveis.

TABELA 15 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM AMOSTRAS DE TOMATE SALADA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001-2002

Determinações	Unidade	Convencional n ⁽¹⁾ = 7 Média±DP ⁽²⁾	Orgânico n ⁽¹⁾ = 6 Média±DP ⁽²⁾	Hidropônico n ⁽¹⁾ = 2 Média±DP ⁽²⁾
Umidade	g	93,52±0,42 ^{ns}	94,88±1,37 ^{ns}	93,48±0,00 ^{ns}
Matéria seca	g	6,48±0,42 ^{ns}	5,12±1,37 ^{ns}	6,52±0,00 ^{ns}
Cinzas	g	0,50±0,09 ^a	0,37±0,07 ^b	0,62±0,09 ^a
Fibras	g	1,66±0,76 ^{ns}	1,10±0,35 ^{ns}	1,43±0,23 ^{ns}
Lipídios	g	0,22±0,04 ^{ns}	0,16±0,05 ^{ns}	0,31±0,16 ^{ns}
Proteínas	g	0,79±0,11 ^{ns}	0,86±0,10 ^{ns}	0,95±0,15 ^{ns}
Carboidratos	g	4,96±0,34 ^b	5,50±0,19 ^a	5,25±0,23 ^b
Energia	kcal	18±2,53 ^b	21±0,71 ^a	22±0,27 ^a
pH		4,49±0,10 ^{ns}	4,51±0,22 ^{ns}	4,00±0,90 ^{ns}
Frutose	g	1,04±0,14 ^{ns}	0,86±0,24 ^{ns}	1,14±0,17 ^{ns}
Glucose	g	0,47±0,09 ^{ns}	0,38±0,12 ^{ns}	0,48±0,12 ^{ns}
Maltose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Sacarose	g	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}	0,00±0,00 ^{ns}
Soma de açúcares	g	1,52±0,21 ^{ns}	1,24±0,34 ^{ns}	1,62±0,29 ^{ns}
Minerais				
Cálcio, Ca	mg	3,79±0,80 ^{ns}	2,53±1,15 ^{ns}	4,92±2,64 ^{ns}
Potássio, K	mg	86,34±8,95 ^b	70,68±15,01 ^b	164,98±95,42 ^a
Magnésio, Mg	mg	1,72±0,13 ^b	1,41±0,45 ^b	8,76±9,13 ^a
Sódio, Na	mg	0,07±0,11 ^b	0,02±0,04 ^b	0,90±1,27 ^a
Fósforo, P	mg	8,14±1,42 ^b	7,80±1,81 ^b	19,39±7,82 ^a
Cobalto, Co	µg	0,30±0,11 ^{ns}	0,23±0,15 ^{ns}	0,21±0,21 ^{ns}
Cobre, Cu	mg	0,04±0,01 ^{ns}	0,04±0,02 ^{ns}	0,04±0,01 ^{ns}
Ferro, Fe	mg	0,08±0,02 ^{ns}	0,06±0,02 ^{ns}	0,14±0,09 ^{ns}
Manganês, Mn	mg	0,08±0,02 ^b	0,05±0,02 ^b	0,17±0,04 ^a
Selênio, Se	µg	5,37±3,04 ^{ns}	3,85±4,11 ^{ns}	3,55±1,03 ^{ns}
Zinco, Zn*	mg	0,06±0,00 ^b	0,06±0,03 ^b	0,13±0,04 ^a
Metais pesados				
Alumínio, Al	mg	0,02±0,01 ^{ns}	0,01±0,01 ^{ns}	0,01±0,01 ^{ns}
Cádmio, Cd	µg	0,53±0,27 ^{ns}	0,58±0,50 ^{ns}	0,26±0,13 ^{ns}
Mercúrio, Hg	µg	0,19±0,05 ^a	0,09±0,05 ^b	0,05±0,02 ^b
Chumbo, Pb	µg	1,28±0,51 ^{ns}	1,24±1,07 ^{ns}	2,94±1,15 ^{ns}

NOTA: : a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente no nível de 5% (p≤0,05).

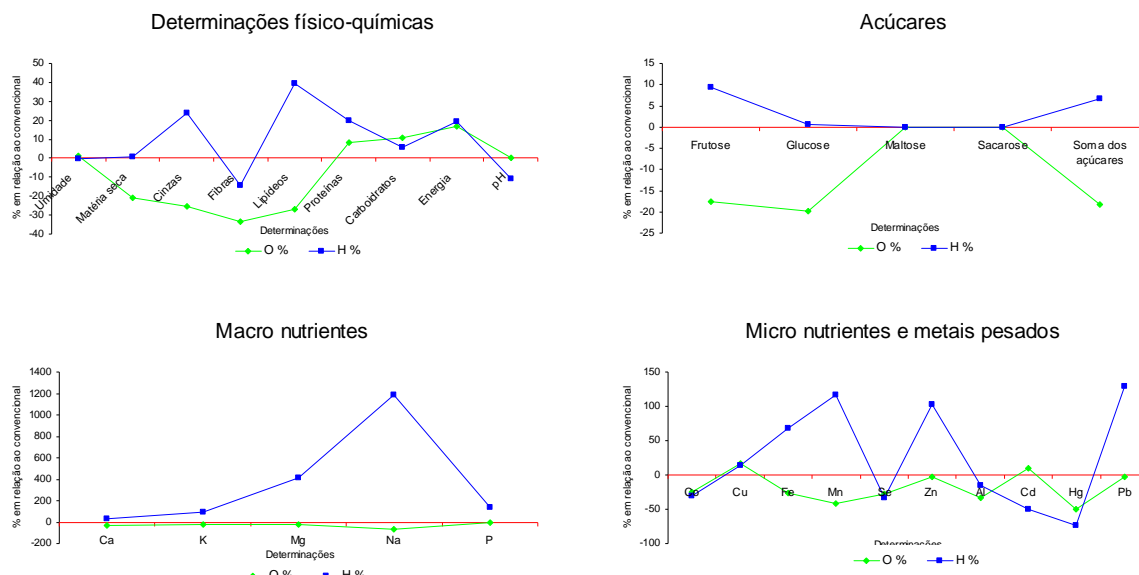
ns - não significativo; * p=0,058

Os resultados correspondem à média das amostras, analisadas em triplicata.

(1) n = número de amostras analisadas.

(2) Valores por 100 g de amostra, expressos em base úmida.

FIGURA 21 - COMPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE TOMATE SALADA OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E HIDROPÔNICO EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL



ORGAA (2000), comparando tomates orgânicos de origem certificada e tomates convencionais, adquiridos em supermercados em relação aos teores de Ca, K, Mg, Na, Fe e Zn, obteve níveis similares nas amostras obtidas pelos dois tipos de cultivo.

CONCLUSÃO

Em relação à qualidade nutricional, de forma geral para a maioria dos nutrientes analisados, não foi possível observar a superioridade das hortícolas orgânicas, uma vez que cada cultura apresentou conteúdo variável.

Comparando as médias das amostras de hortícolas obtidas pelos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em relação à **umidade, matéria seca e carboidratos**, as mesmas não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), exceto as amostras do sistema de cultivo hidropônico.

Foram observadas algumas **tendências**, quando comparadas as amostras em relação aos três sistemas de cultivo, como maiores teores de açúcares nas hortícolas orgânicas (14,80%) e menores nas hortícolas hidropônicas (-53,72%). Quando

comparados entre si, o sistema orgânico apresenta uma tendência positiva, ou seja, teores mais elevados de cinzas (5,21%), fibras (0,13%) e alguns minerais considerados relevantes para a saúde, como Se (29,41%), Fe (13,81%) e Na (38,46%) em relação às amostras obtidas no sistema convencional.

Em relação aos **minerais**, tanto o Co como o Cu não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$), quando comparados os sistemas de cultivo convencional e orgânico, diferindo, porém, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico, que se apresentou, geralmente, com níveis mais elevados que os outros dois sistemas analisados.

As amostras de **morango** e **tomate salada** foram as que apresentaram um maior número de diferenças significativas quando comparadas em relação aos sistemas de cultivo. As de morango orgânicos apresentaram maiores teores de Na, Mg, Al, P, K, Co, Cu e Pb. As de tomate salada hidropônico apresentaram maiores teores de Na, Mg, P, K, Mn e Hg que as obtidas pelos sistemas convencional e orgânico.

Todas as amostras apresentaram teores de minerais (Cd, Pb, Cu, Hg, Se e Zn) inferiores ao Limite Máximo de Tolerância – LMT, segundo a legislação brasileira vigente (Port 685/98 ANVISA) (BRASIL, 2004b).

As amostras de agrião, alface, batata, cenoura, couve-flor, espinafre, pepino e tomate cereja apresentaram raras ou nulas diferenças significativas quando comparadas em relação aos sistemas de cultivo.

A possibilidade de contaminação por metais pesados de origem industrial não pode ser descartada, podendo atingir tanto as hortícolas convencionais, orgânicas ou hidropônicas, desde que as mesmas estejam próximas à fonte de contaminação. Em todas as amostras analisadas o teor de metais pesados ainda é inferior aos valores toxicológicos de referência.

REFERÊNCIAS

ABEL, A.; ERNST, F.; BONDE, J. P. High sperm density among members of organic farmers association, **Lancet**, v. 343, p. 1498, 1994.

AFSSA – Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Disponível em: <http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=4267.htm> Acesso em: 10 out. 2003.

AHRENS, E., ELSAIDY, S., SAMARAS, I., SAMARAS, F.; VAN WISTINGHAUSEN, E. Significance of fertilization for the post-harvest condition of vegetables, especially spinach, In: LOCKERETZ, W., Environmentally Sound Agriculture. New York: Praeger Scientific, 1983. p. 229-246.

ANDERSEN, J. O. Farming, plant nutrition and food quality. In: UK SOIL ASSOCIATION CONFERENCE, 2000, Bristol. **Proceeding...**, Cirencester, UK, Bristol, UK: Soil Association of the UK, 2000. p. 78.

ARAÚJO, A.C.P.; MIDIO, A.F. Nitratos, nitritos e compostos N-nitrosos em alimentos: onde está o problema? **Ciência e Cultura**. Revista da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, v. 41, n. 10, p. 947-956, 1989.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17TH. ed., Volume I e II, Gaithersburg, 2000.

AZEVEDO, Elaine. Qualidade biológica dos alimentos orgânicos e biodinâmicos. **Agroecologia Hoje**, Botucatu: Agroecológica Eventos e Publicações, Ano II, nº 12, p. 17, 2002.

BAKER, B.P.; BENBROOK, E.; GROTH III, E.; BENBROOK, K. L. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM) – grown and organic foods: insights from three US data sets. **Food Additives and Contaminants**, v. 19, n. 5, p. 427-446, 2002.

BARKER, A.V. Organic vs inorganic nutritional and horticultural crop quality, **HortScience**, v. 10, p. 12-15, 1975.

BEVAN, D.R. Substâncias tóxicas nos alimentos. In: Organización Panamericana de la Salud. **Conocimientos actuales sobre nutrición**. 6. ed., Washington: OPAS, p. 552-558, 1991.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and a conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, New Zealand, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Saúde. Procedimentos de Retirada de Amostras, ANEXO V da **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/tox/manual/anexo_05.htm> Acesso em: 02 fev 2001.

_____. Ministério da Saúde. Resolução Portaria nº. 33, de 13 de janeiro de 1998. Ingestão diária recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de janeiro de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/685_98.htm> Acesso em: 25 fev. 2004a.

_____. Ministério da Saúde. Resolução Portaria nº. 685, de 27 de agosto de 1998. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 de agosto de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/33_98.htm> Acesso em: 25 fev. 2004b.

CAYUELA, J.A., VIDUEIRA, J.M., ALBI, M.A.; GUTIERREZ, F. Influence of the ecological cultivation of strawberries (*Fragaria x Ananassa* Cv. Chandler) on the quality of the fruit and on their capacity for conservation, **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 17-36, 1997.

CCE - Comissão das Comunidades Europeias. **Recomendação da Comissão, de 3 de Março de 1999**. Jornal Oficial nº L 128 de 21/05/1999 p. 0025 - 0055. Disponível em <http://europa.eu.int/eur-lex/pt/lif/dat/1999/pt_399HO333.html> Acesso em fev 2001.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças**. Belo Horizonte: ESAL-FAEPE, 1990. p. 267-277.

CLARK, M.S., HORWATH, W.R., SHENNAN, C., SCOW, K.M., LANTNI, W.T.; FERRIS, H. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, lowinput, and organic tomato systems, **Agric. Ecosys. Environ.**, v. 73, p. 257-270, 1999.

CLARKE, R.P.; MERROW, S.B. Nutrient composition of tomatoes homegrown under different cultural procedures, **Ecology Food Nutr.**, v. 8, p. 37-46, 1979.

COSTA, M.B.B. **Agroecologia: uma alternativa viável em áreas reformadas e à produção familiar**. Reforma Agrária, São Paulo, p.53-69, jan./abr. 1993.

DAROLT, M.R. **As Dimensões da Sustentabilidade**: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2000. Tese Doutorado, PPG em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.

_____. **Alimentos Orgânicos – Um Guia para o Consumidor Inteligente**. Curitiba, PRONAF/IAPAR. p. 8, 2002.

DLOUHY, J. Product quality in alternative agriculture, In: FOOD QUALITY - CONCEPTS AND METHODOLOGY, 1989, Kassel, UK. **Proceedings...** Kassel, UK, Colloquium organised by Elm Farm Research Centre in association with the University of Kassel. UK: Elm Farm Research Centre, 1989, p. 30-35.

EMATER. Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Relatório Técnico: Processo de Agricultura Hidropônica**. 17 p., 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**. Cultura e Comercialização de Hortícolas. Vol. II – Olericultura Especial. 2.ed, São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357 p.

FILISSETTI, T. M. C. C. **Fibra Alimentar na Produção de Alimentos Funcionais**. In: Ciclo de palestras Alimentos Funcionais: Aspectos Tecnológicos. Coordenação Técnica: TURATTI, J. M. Campinas: sbCTA – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2001. p. 33-45.

FINESILVER, T.; JOHNS, T.; HILL, S.B. Comparison of food quality of organically versus conventionally grown plant foods, **Ecological Agriculture Projects Publication n. 37**. MacDonald College, McGill University, Montreal, Canadá, 1989.

FISCHER, A.D.A.; RICHTER, C.H. Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. In: VOGTMANN, H., BOEHNCKE, E. AND FRICKE, I., Ed. **The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources**. Witzenhausen, Germany, Verlagsgruppe Weiland, 1984. p. 236-248.

GUEDES, A.C.L. Agricultura e saúde: interação ameaçada. **Agroecologia Hoje**. Ano UU, nº 7, fev/mar 2001, p. 24. Editora Agroecológica: Botucatu, 2001.

HAMERSCHMIDT, I. **Hidroponia ao alcance de todos**. Curitiba: EMATER-PR/Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 27 p. (Apostila Curso Técnico).

HANSEN, H., Comparison of chemical composition and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables, **Qual. Plant. - Pl. Fds Hum. Nutr.**, v. 30, p. 203-211, 1981.

HENDLER, S.S. **A Enciclopédia de Vitaminas e Minerais**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1994. 213 p.

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecológica**, Botucatu, Ano II, n. 12, p. 5-8, 2002.

HORNICK, S. B. Factors affecting the nutritional quality of crops. **Am. J. Altern. Agric.**, v. 7, p. 63-68, 1992.

ILBERY, B; KNEAFSEY, M. Producer constructions of quality in regional speciality food production: a case study from south west England. **Journal of Rural Studies**. v.16, n. 2, p. 217-230, 2000.

JACOB, S.C. Aspectos Toxicológicos de Metais em Alimentos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS: educação, pesquisa e desenvolvimento, III, 1999, Campinas. **Livro de Programa e Resumos**. Campinas: Unicamp, 1999, PO37, IX.

JENSEN, T. K.; GIVERCMAN, A.; CARLSEN, E.; SCHEIKW, T.; SKAKKEBAEK, N. F. Semen quality among members of organic food associations in Zealand, Denmark, *Lancet*, v. 347, p. 1844, 1996.

JORHEM, L.; SLANINA, P. Does organic farming reduce the content of Cd and certain other trace metals in plant foods? A pilot study, **J. Sci. Food Agric.**, v. 80, p. 43-48, 2000.

KANSAL, B.D., SINGH, B., BAJAJ, K.L.;KAUR, G. Effect of different levels of nitrogen and farmyard manure on yield and quality of spinach (*Spinacea oleracea L.*), *Qual. Plant.* — **Pl. Fds. Hum. Nutr.**, v. 31, P. 163-179, 1981.

KNORR, D.; VOGTMANN, H., **Quality and quality determination of ecologically grown foods**, In: KNORR, D., Ed., Sustainable Food Systems, Ellis Horwood Ltd., 1983, p. 352-381.

LAIRON, D., TERMINE, E., GAUTIER, S., TROUILLOUD, M., LAFONT, H.; HAUTON, J-C. **Effects of organic and mineral fertilizations on the contents of vegetables in minerals, vitamin C and nitrates**. In: VOGTMANN, H., BOEHNCKE, E.; FRICKE, I., Ed. *The Importance of Biological Agriculture in a World of Diminishing Resources*. Witzhausen, Germany, Verlagsgruppe Weiland, 1984, p. 249-260.

LARSEN, S. B.; SPANO, M.; GIWERCMAN, A.; BONDE, J. P. Semen Quality and sex hormones among organic and traditional Danish farmers. **Occup. Environ. Med.**, v. 56, p. 139-144, 1999.

LECLERC, J., MILLER, M.L., JOLIET, E.; ROCQUELIN, G. Vitamin and mineral contents of carrot and celeriac under mineral or organic fertilization, **Biol. Agric. Hort.** v. 7, p. 349-361, 1991.

LIEBLEIN, G. Quality and yield of carrots: effects of composted manure and mineral fertilizer, PhD Thesis. Department of Horticulture, Agricultural University of Norway, 1993.

LIMA, L.C.O. Qualidade, Colheita e Manuseio Pós-colheita de Frutos de Morangueiro. In: Morango: Tecnologia Inovadora. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 80-83, maio/jun 1999.

LINDER, M.C. **Food quality and its determinants, from field to table**: Growing food, its storage and preparation, In: LINDER, M.C., Ed. Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications. The Netherlands: Elsevier, 1991. p. 329-348.

MARQUES, M.B. **Ciência, tecnologia, saúde e desenvolvimento sustentado**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1991.

MAYER, A. M. Historical changes in the mineral content of fruit and vegetables: A cause for concern? **Br. Food J.**, v. 99, p. 207-11, 1997.

MENEZES, F. **O conceito de Segurança Alimentar**: As faces da pobreza no Brasil. Programa de Trabalho. Rio de Janeiro: ACTIONAID, 1998.

MERCADANTE, A.Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of a leafy vegetable in relation to some agricultural variables, **J. Agric. Food Chem.**, v. 39, p. 1094-1097, 1991.

MICROSOFT CORPORATION. **MSOFFICE MICROSOFT EXCEL 97**. Redmond, WA, c 1997. CDROM 6 MB.

MINITAB. **Reference Manual Release 7**. 13 Demo. Statistical Software 13.0. Minitab Inc, 3081, Enterprise Drive, State Collegey PA, 16801 US, Elinor Cruze and Jim Weldon. 6-10, 6-11, 1998.

MULLER, K.; HIPPE, J. Influence of differences in nutrition on important quality characteristics of some agricultural crops, **Plant and Soil**, v. 100, p. 35-45, 1987.

NAGY, S.; WARDOWSKI, W.F. Effects of agricultural practices, handling, processing, and storage on fruits, In: Karmas, E. and Harris, R.S., Ed. **Nutritional Evaluation of Food Processing**. 3. ed., New York: Van Nostrand Reinhold, 1988, p. 73-100.

NARDIN, M.S.; SILVA, M.V.; OETTERER, M. Segurança Alimentar: uma necessidade brasileira. **Bol. SBCTA**, v. 31, n. 1, p. 68-76, jan/jun 1997

NILSSON, T. Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing, **Acta Horticulturae**, v. 93, p. 209-223, 1979.

OHSE, S. **Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface hidropônica**. In: Hidroponia da alface. SANTOS, O. (editor) Impr. Univ. UFSM: Santa Maria, RS. p. 10-24. 2000.

OMRI. **Organic Materials Review Institute**. Generic Materials and Brand Name Products List (Eugene: OMRI), 2001.

ORGAA. Organic Retailers and Growers Association of Australia. Organic food is far more nutritious, **Newsletter of the National Association of Sustainable Agriculture Australia (NASAA)** February 2000. 10 p.

PARANÁ. Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Ed. do autor, 2000. Série PADCT III, n. 1. 160 p.

PARANÁ. **Hortaliças Paraná** – Evolução da Área Colhida e da Produção Obtida – 93/94 – 00/01. Estima. 08/2002. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/ehpr.xls>> Acesso em: out 2003a.

_____. **Frutas Paraná** – Evolução da Área Colhida e da Produção Obtida – 1992 a 2001. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/ehpr.xls>> Acesso em: out 2003b.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Mapas**. Disponível em: <<http://webgeo.pr.gov.br/website/gestao/viewer.htm>> Acesso em 02 fev 2004.

PEAVY, W.S.; GREIG, J.K. Organic and mineral fertilizers compared by yield, quality and composition of spinach, **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, n. 97, p. 718-723, 1972.

PEREIRA, A. V.; OSTERROHT, M. Qualidade do Produto Orgânico: com a Palavra, Consumidores e Produtores. Revista Agroecologia Hoje. **Agroecológica**, Botucatu, p.11-12, 2001.

PEREIRA, A.S. Composição Química, Valor Nutricional e Industrialização. In: REIFSCHEEIDER, F.J.B. **Produção de Batata**. 1. ed. Brasília: Linha Gráfica Editora, 1987. p. 12-28.

PETTERSSON, B.D. A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality, **BioDynamics**, n. 124, p.19-27, 1977.

PFEILSTICKER, K., Quality of organic-grown food — an experimental, multifactorial approach on vegetables for example. In: INTERNATIONAL IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 9th, ano, **Proceedings...**1992, Brasil. Germany: Ifoam, 1992, p. 331-337.

PITHER, R.; HALL, M.N. Analytical survey of the nutritional composition of organically grown fruit and vegetables, **Technical Memorandum, Campden Food e Drink Research Association**, 1990. 597p.

RENDIG, V.V. Soil fertility and plant nutrition effects on nutritional quality of crops, In: Welch, R.M. and Gabelman, W.H., Eds. *Crops as Sources of Nutrients for Humans: Proceedings of a symposium*, 28 Nov - 30 Dec 3 1982. Madison, Wisconsin: Soil Society of America, 1984, p. 61-77.

RIGON, S.A. Presença da agroecologia na consolidação da segurança alimentar. **Agroecológica**, Botucatu. Ano II, n. 12, p. 11-12, 2002.

RUBATSKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. **World Vegetables: principles, production and nutritive values**. 2. ed., California: Chapman e Hall., 1997. p. 532-536.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Effects of agricultural practices, handling, processing, and storage on vegetables, In: Karmas, E. and Harris, R.S., Eds. **Nutritional Evaluation of Food Processing**. 3. ed., New York: Van Nostrand Reinhold, 1988, 23 p.

SCHUPHAN, W. Effects of the application of inorganic and organic manures on the market quality and on the biological value of agricultural products, **Qual. Plant Mater. Veg.**, n. XXI, p. 381-398, 1972.

SCHUPHAN, W. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments, **Qual. Plant. – Pl. Fds Hum. Nutr.**, n. 23, p. 333-358, 1974.

SCHUPHAN, W. Yield maximization versus biological value. Problems in plant breeding and standardization, **Qual. Plant. – Pl. Fds Hum. Nutr.**, n. XXIV, 281-310, 1975.

SCUCATO, E.S.; YOSHIYARA, A.C.P.; STERTZ, S.C. Resíduos de Agrotóxicos em Hortifrutícolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, XII, 2001, Maceió: **Anais...** Maceió: SBAAL, 2001. p. 255.

SGARBIERI, V.C. Alimentação e Nutrição: fator de saúde e desenvolvimento. **Anais...** Porto Alegre/RS, resumo 37, p.93. 1987.

SHIER, N.W., KELMAN, J.; DUNSON, J.W. A comparison of crude protein, moisture, ash and crop yield between organic and conventionally grown wheat, **Nutr. Rep. Int.**, v. 30, p. 71-76, 1984.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2000. 200 p.

SIMÕES, C.A.M.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2001. 833 p.

SMITH, B.L. *Organic Foods vs Supermarket Foods: Element levels*. **Journal of Applied Nutrition**, Chicago v. 45, n. 1, 1993.

SOIL ASSOCIATION (HEATON S.) **Organic Farming, food quality and human health. A review of the evidence**, Inglaterra: Soil Association, 2001. 87 p.

SPADOTTO, A. J.; SANINE, P. R.; ALVES, A. C.; SOSSAI, M. A.; FALOSI, A.; PORFIRIO, M. L.; COELHO, J. L. Tópicos de análise: fractais em agroecologia. **Agroecológica**, Botucatu, ano II, n. 12, p. 26, 2002.

STARLING, W.; RICHARDS, M.C. Quality of organically grown wheat and barley, **Aspects Appl. Biology**, n. 25, p. 193-198, 1990.

STERTZ, S.C.; SCUCATO, E.S.; BELGER, M. Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos Comercializados no Estado do Paraná de 1993 a 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA-CE, 2000. v. 3, p. 10.28.

STEINMERTZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruit and cancer prevention: a review. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 96, p. 1027-1039, 1996.

STOREY, T.; HOGAN, R.; HUNPHREYS, J. The growth, yield and quality of winter wheat and winter oats grown under an organic conversion regime. **Aspects Appl. Biology**, v. 36, p. 199-204, 1993.

SVEC, L.V., THOROUGHGOOD, C.A.; MOK, H.C.S. Chemical evaluation of vegetables grown with conventional or organic soil amendments, **Commun. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 28, p. 213-228, 1976.

TORRES, E.A.F.S.; ROVIELLO, A.; RABAY, A.; HIRSCHBRUCH, M.D. Natural X Seguro: compilação de substâncias tóxicas naturalmente presentes nos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 13, n. 62 1999.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, R.S.M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2. p. 145-150, 2000.

UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**, 4. ed. New York: Academic Press, 1977. p. 258-270.

USDA. Department of Agriculture. Grupo de Estudos sobre a agricultura orgânica. **Relatório e recomendações sobre agricultura orgânica**. Tradução de Iara M. C. Della Senta. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1985. 128 p.

USDA. United States Department of Agriculture. **Food and Nutrition information center**, 1997. Disponível em: <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/data>> Acesso em: 07 fev. 2003.

USP. Universidade de São Paulo. **Tabela brasileira de composição de alimento: projeto integrado de composição de alimentos.** Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela/tbcacoce.php>> Acesso em: 10 jan 2001.

VELIMIROV, A.; PLOCHBERGER, K.; HUSPEKA, U.; SCHOTT, W. The influence of biologically and conventionally cultivated food on the fertility of rats. **Biol. Agric. Hort.**, v. 8, p. 325-327, 1992.

VOGTMANN, H., TEMPERLI, A.T., KUNSCH, U., EICHENBERGER, M.; OTT, P. Accumulation of nitrates in leafy vegetables grown under contrasting agricultural systems, **Biol. Hort. Agric.**, v. 2, p. 51-68, 1984.

VOGTMANN, H., MATTHIES, K., KEHRES, B.; MEIER-PLOEGER, A. Enhanced food quality: effects of composts on the quality of plant foods, **Compost Sci. And Utilization**, v. 1, p. 82-100, 1993.

WARMAN, P.R.; HAVARD, K.A. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage, **Agric. Ecosys. Environ.**, v. 61, p. 155-162, 1997.

WEIBEL, F.P., BICKEL, R., LEUTHOLD, S., ALFOLDI, T.; NIGGLI, U. Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality, In: INTERNATIONAL IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 12, 1998, Argentina, Germany. **Proceedings...** Argentina, Germany: IFOAM, 1999, p. 147.

WHO. World Health Organization. **Principles for the Safety Assessment of Food Additives and Contaminants in Food.** Geneva: WHO, 1996.

WOESE, K.; LANGUE, D.; BOESS, C.; BOGL, W.K. A Comparison of Organically and Conventionally Grown Food. Results of a Review of the Relevant Literature. **J. Sci. Food. Agric.** v. 74, p. 281-293, 1997.

WOLFSON, J.L.; SHEARER, G. Amino acid composition of grain protein of maize grown with and without pesticides and standard commercial fertilizers. **Agron. J.**, v. 73, p. 611-613, 1981.

WOOTON, M. Food Toxicology – an overview. In: WALHLQVIST, M. L., ed. **Food and Health: Issues and Directions.** London: John Libbey, 1987. p. 35-38.

WORTHINGTON, V. Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. **Alternative therapies**, v. 4, n.1, p. 58-69, 1998.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. **Pesticidas Revista Técnica Científica**, Curitiba, v.3, n. 3, p. 49-95, 1993.

CAPÍTULO 3 - OCORRÊNCIA DE NITRITOS E NITRATOS EM HORTÍCOLAS PRODUZIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

1 INTRODUÇÃO

A alta concentração de nitritos e nitratos em vegetais e seus possíveis efeitos sobre a saúde humana, principalmente em crianças, tem despertado a atenção de pesquisadores e órgãos de proteção à saúde durante muitos anos (GANGOLLI *et al.*, 1994).

Os nitratos acumulam-se nas plantas pelo efeito de diversos fatores como temperatura, pluviometria, irrigação, regime de fertilização nitrogenada e insolação. Estes dois últimos são os fatores determinantes da acumulação de nitratos nas hortícolas, que contribuem com 80% a 87% do aporte de nitratos na alimentação humana (HUARTE-MENDICOA *et al.*, 1997; AFSSA, 2003).

Segundo MIYAZAWA *et al.* (2001), os fatores genéticos e os relacionados ao sistema de manejo utilizado (convencional, orgânico e hidropônico) também contribuem para alterar os teores de nitritos e nitratos nos tecidos de plantas, mostrando a necessidade de novos estudos comparativos com diferentes hortícolas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Visando atender à demanda alimentar da população e às tendências do mercado atual, a ciência agrícola tem trabalhado com novas formas de cultivo de hortícolas,

como a agricultura orgânica e a hidropônica (KHATOUNIAN, 2001; BOURN e PRESCOT, 2002; CARMO JUNIOR, 2002).

A **hidroponia**, palavra de origem grega (*hidro* = água; *ponos* = trabalho), pode ser definida como a ciência capaz de desenvolver plantas na ausência do solo ou, simplesmente, cultivar sem solo. Os nutrientes que a planta precisa para seu desenvolvimento e produção são fornecidos somente através da água. Este significado opõe-se à agricultura **convencional**, que poderia ser denominada de geoponia (*geo* = terra) ou agroponia, que significa “trabalho da terra”, ou simplesmente agricultura (HAMERSCHIMIDT, 1997; CARMO JR., 2002).

Tanto no sistema de cultivo convencional como no hidropônico, é permitido o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos altamente solúveis, o que pode alterar a composição e qualidade dos alimentos, além de favorecer a contaminação ambiental, do produtor e do consumidor. Em relação ao sistema de cultivo hidropônico, o mesmo apresenta custos iniciais elevados, necessidade de prevenção contra falta de energia elétrica, indispensáveis conhecimentos técnicos e de fisiologia vegetal para o acompanhamento freqüente do funcionamento do sistema e da solução nutritiva, o que, supõe-se, têm desencorajado muitos produtores (PENNINGSFELD e KURZMANN, 1983; HAMERSCHIMIDT, 1997; MIYAZAWA *et al.*, 2001; CARMO JR., 2002).

O sistema de cultivo **orgânico** está baseado nos princípios do desenvolvimento sustentável: ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente justo. O controle de pragas é feito preventivamente e há utilização apenas de adubo orgânico. O termo “agricultura orgânica” é atualmente utilizado com um sentido mais amplo, abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável. De forma geral, para que uma atividade agrícola seja considerada como orgânica deve visar:

- d) a oferta de **produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de contaminantes intencionais** que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente;
- e) a preservação e a ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo;
- f) a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar;

g) a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos (BRASIL, 2003).

Essas normas foram atualizadas pelo Ministério da Agricultura no dia 10 de Janeiro de 2002, através da Instrução Normativa nº 006 (BRASIL, 2004) e no dia 23 de dezembro de 2003, através da Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003).

A nível internacional, a FAO/WHO elaboraram a Norma Codex de Rotulagem de Produtos Organicamente Cultivados e os EUA também apresentaram a Política Norteamericana para Alimentos Orgânicos. Na Europa, foi elaborado em 1991 o Regulamento nº 2092/91 para a produção biológica de produtos agrícolas, sendo efetuada uma última alteração em 19/02/2000 (FAO/WHO, 2004; EUA, 2004; CCE, 2004).

2.2 ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Tem-se discutido que o alimento do futuro produzido localmente deverá ser um fator importante para garantir a sustentabilidade na provisão de alimentos e que questões ambientais sobre produção e qualidade de alimentos não deveriam ser os únicos a serem ponderados. Enquanto produtores e consumidores parecem considerar essas questões de maior interesse, é importante reconhecer que uma discussão sobre as mesmas provê apenas uma comparação limitada entre os diferentes sistemas de produção de alimentos. Para avaliar as vantagens e desvantagens entre os sistemas de produção de alimentos, faz-se necessário uma análise mais ampla sobre todos os temas citados (DLOUHY, 1990; HAYNES, 1992; BOEHNCKE, 1997; FEENSTRA, 1997; WOODWARD e MEIER-PLOEGER, 1999; GUSSOW, 2000).

Estudos comparativos que tratam dos teores de nitratos em hortícolas são provenientes de três fontes experimentais: estudos sobre hortícolas disponíveis para consumo, estudos sobre os sistemas agrícolas e estudos experimentais sobre a relação entre fertilizantes e teores de nitratos (AFSSA, 2003).

Estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação ao seu valor nutricional, qualidade sensorial e segurança alimentar têm sido realizados, porém, poucos capazes de conclusões válidas cientificamente. Com exceção do conteúdo de **nitratos**, vitamina C e sólidos totais, não há evidências fortes de que alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos diferem em suas concentrações de nutrientes, havendo necessidade de novos estudos (LECLERC, MILLER, JOLIET, 1991; MIYAZAWA *et al.*, 2001; BOURN e PRESCOT, 2002).

Os métodos de agricultura biológica/orgânica permitem a redução de 30% a 50% dos teores de nitratos em hortícolas, em relação aos métodos convencionais, sendo que os métodos de fertilização (essencialmente orgânicos) autorizados explicam as diferenças observadas. Essas conclusões foram apresentadas em várias revisões por FINESILVER *et al.* (1989), WOESE *et al.* (1997), FAO (2000), SOIL ASSOCIATION (2001), O'DOHERTY JENSEN *et al.* (2001) e BOURN e PRESCOT (2002) *apud* AFSSA (2003).

2.3 LEGISLAÇÃO

Em 1990 e 1995, a European Commission's (EC) Scientific Committee for Food (SCF) e, em 1996, o Joint Expert Committee on Food Additives FAO/WHO consideraram a presença de nitrito e nitrato nos alimentos e suas implicações para a saúde humana, fixando uma Ingestão Diária Admissível (IDA) para os nitratos (3,7 mg/kg de peso corporal (pc) de íon nitrato e 5 mg/kg pc de nitrato de sódio) e para os nitritos (0,07 mg/kg pc de íon nitrito e 0,08 mg/kg pc de nitrito de sódio. Para uma pessoa com 60 kg corresponde a um aporte diário máximo admissível de 222 mg de íon nitrato e 4,2 mg de íon nitrito (EUROPEAN COMMISSION, 1992 e 1998; JECFA FAO/WHO, 1996).

Os Limites Máximos Permitidos (LMP) para nitratos em vegetais não estão bem definidos e são muito divergentes. Alguns autores reportam esses limites variando (em

mg/kg de massa fresca) de 1000 na Itália, 2000 na Alemanha, 2500 a 4500 para alface e 2000 a 3000 para espinafre na França. Já na Iugoslávia, foi estabelecido o máximo de 50 mg/kg de KNO_3 para alimentos infantis preparados com vegetais (OLMEDO e BOSCH, 1998; ZAGO, 1999; AFSSA, 2003). Entretanto, há que ser considerado na Ingestão Diária Aceitável (IDA) o tipo, a quantidade e o sistema de cultivo do alimento ingerido, além da idade do consumidor, entre outros fatores (ZAGO, 1999; OHSE, 2000; AFSSA, 2003).

No Brasil, ainda não existe uma legislação específica que regule os Limites Máximos Permitidos ou a Ingestão Diária Aceitável para **nitritos** e **nitratos** em alimentos de origem vegetal, apenas para produtos cárneos (Port. 1004/1998, Ministério da Saúde) (150 e 300 mg/kg, respectivamente, ou 300 mg/kg quando somados os 2) e águas de abastecimento (1 e 10 mg/kg, respectivamente) (BRASIL, 1999a).

2.4 OCORRÊNCIA DE COMPOSTOS NITROSADOS E OS RISCOS PARA A SAÚDE

O nitrogênio origina-se em pequena parte das rochas e cerca de 80% do ar. Nesses dois casos, ele não pode ser aproveitado diretamente pela maioria dos organismos vivos, vegetais ou animais. A incorporação biológica de nitrogênio aos solos ocorre através de organismos que desenvolveram aparatos anatômicos e enzimáticos para converter o nitrogênio gasoso em formas orgânicas, sob temperatura ambiente, disponibilizando-o sob diversas formas. O Quadro 3 apresenta as principais formas químicas do nitrogênio na natureza e algumas de suas características. O NH_4^+ constitui uma fonte de energia para microrganismos, através da oxidação a NO_2^- , que por sua vez também pode ser oxidado por microrganismos, que o convertem a NO_3^- , forma estável (KHATOUNIAN, 2001).

Segundo PETERSEN e STOLTZE (1999), YSART, CLIFFORD e HARRISON (1999), os nitritos e nitratos são de ocorrência natural em todas as plantas, como fonte essencial de nitrogênio e necessários para o seu crescimento normal. Dados obtidos em alguns estudos mostram que folhas, caules e flores de vegetais são ricos em

nitratos, havendo hortaliças, como beterraba, rabanete, espinafre e alface, que apresentam particularmente altas concentrações (Quadro 4).

QUADRO 3 – PRINCIPAIS FORMAS QUÍMICAS DO NITROGÊNIO NA NATUREZA E ALGUMAS DE SUAS CARACTERÍSTICAS

Nome	Representação química	Estado usual	Reatividade	Onde ocorre
Nitrogênio gasoso	N_2	Gás	Pouco reativo	Ar
Radical amina	$-NH_2$	Componente de sólidos	Converte-se facilmente a NH_3	Compostos orgânicos, sobretudo proteínas
Amônia (gás amoníaco)	NH_3	Gás	Reage com água, dando NH_4^+	Evolve sobretudo da uréia e do ácido úrico
Íon amônio	NH_4^+	Soluto em água	Em meio bem aerado, é oxidado a nitrito, depois a nitrato	Como soluto em ambientes encharcados, pobres em oxigênio
Uréia	$CO(NH_2)_2$	Soluto na urina dos animais	Rapidamente convertida em NO_3^- e CO_2 , sob ação de microrganismos	Na urina dos animais
Ácido úrico	$C_5H_4O_3N_4$	Sólido	Reage rapidamente, em presença de umidade, dando NO_3^- e CO_2	Nos excrementos de animais que não urinam, como aves e répteis
Íon nitrito	NO_2^-	Soluto em água	É convertido em NO_3^- em meio bem arejado	Produto intermediário da oxidação do amônio a nitrato
Íon nitrato	NO_3^-	Soluto de alta afinidade pela água	É bastante estável em ambiente bem arejado. Pode ser absorvido pelas plantas, e nas raízes ser revertido a amina	Nos solos bem arejados e como soluto nas águas que o percolam. Nos campos com plantas em crescimento, é rapidamente absorvido

FONTE: KHATOUNIAN, 2001

A crescente tecnificação da agricultura gerou distúrbios nas plantas, que não são adaptadas a intensas adubações para o aumento da produtividade, principalmente em verduras folhosas (espinafre, brócolis, couve, alface, agrião). O uso excessivo de **fertilizante** com base nitrogenada associado à freqüente irrigação acumula nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-) nos tecidos das plantas. No caso do nitrato, o acúmulo é maior em baixa luminosidade (dias nublados e curtos, sombras e pela manhã). Contudo também há de se considerar os fatores genéticos são responsáveis pelas variações entre espécies e cultivares expostas à mesma condição de cultivo, espaçamento adensado, pragas e doenças (MIYAZAWA *et al.*, 2001).

QUADRO 4 – TEORES DE NITRITOS E NITRATOS EM VEGETAIS OBTIDOS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

Amostras	Fonte	Nitratos e Nitritos (mg/kg)		
		Convencional	Orgânico	Hidropônico
Agrião	XIMENES <i>et al.</i> , 2000	1797		
Alface	*RICHARDSON, 1907 *JACKSON <i>et al.</i> 1967 *ACHTZEHN e HAWAT, 1969 *SOBDEVA, 1969 *LEMIESZCH-CHODOROWSKA, 1972 *ASTIER-DUMAS, 1973 LYONS <i>et al.</i> , 1994 XIMENES <i>et al.</i> , 2000 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001 MIYAZAWA, 2001	396-3550 493-902 800-1500 3547 (Máximo) 5735 (Máximo) 1700 (Média) 65-330 1945-2241 573.07 55-495		465 165-660
Batata	*RICHARDSON, 1907 *WILSON, 1949 *ACHTZEHN e HAWAT, 1969 *HEISLER <i>et al.</i> , 1973 LYONS <i>et al.</i> , 1994 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	39-119 63 10-30 80-151 ND-105 40.86		
Beterraba	LYONS <i>et al.</i> , 1994 XIMENES <i>et al.</i> , 2000 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	290-650 10233-10806 453.14	507	785
Cenoura	*RICHARDSON, 1907 *SINIOS AND WODSAK, 1964 *JACKSON <i>et al.</i> 1967 *ACHTZEHN e HAWAT, 1969 *RANTU <i>et al.</i> , 1972 LYONS <i>et al.</i> , 1994 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	39-88 286-600 18-198 80-320 947 ND-60 123.92		
Couve-flor	LYONS <i>et al.</i> , 1994	40-75		
Espinafre	*RICHARDSON, 1907 *WILSON, 1949 *SIMON <i>et al.</i> , 1961 *JACKSON <i>et al.</i> 1967 *HERMANN, 1969 *INOUE, 1972 *LEMIESZCH-CHODOROWSKA, 1972 SCHUPHAN, 1974 LARA <i>et al.</i> , 1980 XIMENES <i>et al.</i> , 2000 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	308-3784 1600-2355 130-1210 242-748 82-1770 360-3300 3413 (Máximo) 441-3485 1099-2629 723-762 867.54	13-105	
Morango	YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	17.73		
Pepino	YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	58.84		
Rabanete	LYONS <i>et al.</i> , 1994 XIMENES <i>et al.</i> , 2000 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	145-790 2003-2241 743.13		
Tomate	LYONS <i>et al.</i> , 1994 YORDANOV <i>et al.</i> , 2001	ND-20 5.2		ND

NOTA: (1) ND – não determinado

(2) * Fontes bibliográficas utilizadas por WALKER (1975).

Os nitratos estão presentes em alimentos, na água potável, especialmente águas da superfície do solo, na matéria orgânica, nos resíduos de fertilizantes nitrogenados e herbicidas oriundos da agricultura convencional, nos resíduos humanos e outros resíduos orgânicos da indústria química, nos resíduos domésticos e depósitos de efluentes (JOHNSON e KROSS, 1990; NUGENT *et al.*, 1993; OKAFOR e OGBONNA, 2003).

Vários autores (Quadro 4, pg 137) determinaram os teores de nitritos e nitratos em hortícolas, apresentando grandes variações, principalmente em culturas como o espinafre (82 mg/kg a 3784 mg/kg), alface (396 mg/kg a 5735 mg/kg) e cenoura (18 mg/kg a 947 mg/kg), devendo ser considerados principalmente fatores como amostras obtidas através de diferentes tipos de cultivo e variações no manejo do solo. Evidencia-se também teores menores ou iguais nas culturas de alface e beterraba obtidas pelo sistema orgânico (O) em relação ao convencional (C), sendo que as mesmas amostras obtidas pelo sistema hidropônico apresentaram teores mais elevados que nos outros dois sistemas (C e O) (MIYAZAWA *et al.*, 2001; YORDANOV *et al.*, 2001; entre outros).

O nitrato pode ser uma fonte de obtenção de nitrito por ação de bactérias redutoras. Os nitritos e nitratos estão entre os aditivos mais utilizados no processo de cura de alimentos de origem animal, devido à influência no aroma, sabor, cor e ação como conservante. Esses aditivos impedem o desenvolvimento da bactéria *Clostridium botulinum* (LARA *et al.*, 1980; YORDANOV *et al.*, 2001).

O verdadeiro problema do nitrato à saúde humana reside na sua capacidade de redução antes ou após a ingestão dos alimentos e, principalmente, aos compostos que pode originar no tubo digestivo. As hortaliças tendem a acumular nitrato (NO_3^-) nos seus tecidos, que sendo ingerido com os alimentos, no trato digestivo, pode ser reduzido para nitrito (NO_2^-), que ao entrar na corrente sanguínea, oxida o ferro ($\text{Fe}_2^+ \rightarrow \text{Fe}_3^+$) da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina. Esta forma de hemoglobina é inativa e incapaz de transportar o O_2 para a respiração normal das células dos tecidos, causando a chamada metahemoglobinemia. Além da formação de metahemoglobinemia, esse risco é maior em crianças, devido a baixa acidez do estômago das mesmas. Existe

também a possibilidade de formação de N-nitrosaminas, substâncias consideradas carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, a partir da ação de nitritos e nitratos sobre aminas secundárias, em condições semelhantes às vigentes em estômagos de mamíferos (MIRVISH, 1995; OHSE, 2000; AFSSA, 2003).

Em 1980, LARA *et al.* investigaram a presença de nitratos em 85 amostras de alimentos infantis, espinafre fresco e cozido, para verificação dos níveis nesta hortaliça. Os resultados mostraram um alto nível de nitrato em produtos à base de espinafre, atingindo 2.314 mg/kg no creme de espinafre, 486 mg/kg nas folhas de espinafre cozido, 2.028 mg/kg na água de cocção e 2.629 no espinafre fresco, expressos em NaNO_3 . Foi proposto pelos autores, e aceito pela empresa responsável pela comercialização dos cremes de espinafre, a retirada dos mesmos de sua linha de fabricação.

MIYAZAWA *et al.* (2001) avaliaram 101 amostras de alface obtidas através de três diferentes sistemas de cultivos. O teor de nitratos nas folhas de alface variou entre 250 a 11600 mg/kg (matéria seca) e acompanhou a ordem de concentração conforme o sistema de cultivo: orgânico < convencional < hidropônico. Segundo os autores, a crescente tecnificação da agricultura gerou distúrbios nas plantas, que não são adaptadas a intensas adubações para o aumento da produtividade, principalmente em hortaliças folhosas (espinafre, brócolis, couve, alface, agrião).

Os estudos acima citados indicam que ainda que o nitrato possa ocorrer naturalmente nos vegetais, pode haver o aumento e/ou acúmulo por fatores relacionados ao manejo (orgânico, convencional e hidropônico), ambientais e genéticos, entre outros, relacionados ao próprio vegetal, porém trazendo riscos à saúde.

Para a determinação de nitritos e nitratos em hortícolas, as amostras eram tradicionalmente analisadas por métodos espectrofotométricos ou eletroquímicos, mas estes podem sofrer interferência de outros analitos, além de consumirem muito tempo. A cromatografia iônica é apropriada para uma análise rápida e simultânea de ânions em amostras de vegetais (hortícolas em geral), uma vez que a relativa facilidade de operação e preparo mínimo da amostra conduzem à análise de rotina. Este método de análise está ganhando uma ampla aceitação como um método útil e adequado para a

determinação de ânions (cloreto, nitrito, nitrato, fosfato e sulfato) em amostras do meio ambiente e na pesquisa agrícola (BOSCH *et al.*, 1995; DIONEX, 1998 e 1999; ZHOU e GUO, 2000).

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 OBJETIVO GERAL

Considerando a diversidade das práticas agrícolas quanto ao uso de fertilizantes, e o risco para a saúde do consumidor quando da ingestão de alimentos contendo compostos de nitrogênio, o objetivo geral no presente capítulo foi avaliar hortícolas produzidas na RMC pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação aos teores de nitritos e nitratos.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Correlacionar os alimentos avaliados em relação aos teores de nitritos e nitratos com a IDA, indicada pela EC (1992 e 1998) e FAO/WHO (1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Seleção e coleta das amostras

Entre vários tipos de hortícolas/culturas produzidas e/ou comercializadas na RMC foram selecionadas: agrião d'água, cv. Folha Larga (*Nasturtium officinale* R. Be., Brassicaceae), alface crespa, cv. Verônica (*Lactuca sativa* L., Compositaceae), batata,

cv. Mona Lisa (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae), cenoura, cv. Brasília (*Daucus carota* L., Umbelliferae), couve-flor (*Brassica oleracea* L., Cruciferae), espinafre, cv. Nova Zelândia (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) O. Kuntze (T. expansa), Aizoaceae), morango, cv. Tundlas e Camarosa (*Fragaria*, Rosaceae), pepino caipira, cv. Prima pax (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae), tomate cereja, cv. Cindy (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray., Solanaceae) e tomate tipo salada, cv. Caqui ou Carmen (*Lycopersicum esculentum* var. L., Solanaceae).

A seleção das amostras baseou-se nos seguintes critérios: culturas convencionais com maiores índices de contaminação com agrotóxicos em monitoramentos efetuados pela SESA-PR no período de 1982 a 2000 culturas convencionais, orgânicas e hidropônicas mais comercializadas na RMC (ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; HAMERSCHMIDT, 1997; STERTZ, SCUCATO e BELGER, 2000; DAROLT, 2000; SCUCATO, YOSHIYARA e STERTZ, 2001).

As amostras, oriundas de 18 municípios (Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Campo Largo, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Morretes, Piraquara, Quitandinha, Rio Branco do Sul, São José dos Pinhais, União da Vitória e Tijucas do Sul) foram coletadas de acordo com os Procedimentos de Retirada de Amostras, ANEXO V, ANVISA (CCE, 2001; BRASIL, 2001).

No período de abril/2001 a janeiro/2002, foram coletadas 141 amostras de hortícolas produzidas e/ou comercializadas na RMC e obtidas através de três diferentes sistemas de cultivo; sendo adquiridas em supermercados, feiras, CEASA-PR, associações (AOPA, APAC) e diretamente com produtores, em estágio de maturação comercial. Foram coletadas com rastreabilidade 62 amostras de hortícolas orgânicas (de sistemas certificados ou em conversão), 62 amostras de hortícolas convencionais e 17 amostras de hortícolas hidropônicas. Para fins de identificação, cada amostra foi codificada e registrada em um "PROTOCOLO PARA COLETA DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE" (APÊNDICE 1)

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Preparo das amostras

Os lotes das amostras, com cerca de 5 quilos cada, foram coletados e transportados para o laboratório de Química Analítica Aplicada/UFPR, dentro de caixas de isopor contendo gelo, em um período máximo de três horas após a coleta.

As amostras foram ligeiramente lavadas com água corrente e água destilada (para eliminar sujidades) e secas com guardanapo de papel (para retirar o excesso de umidade). Em seguida, foram levadas à estufa com circulação forçada de ar (Marconi MA 035), na temperatura de 55-60°C, durante 12 horas ou até peso constante. Após homogeneizadas e trituradas em um multiprocessador de alimentos, em baixa rotação (3000 rpm) por dois minutos foram passadas em tamis de 2 mm de Ø.

3.2.2 Determinação de nitritos e nitratos por cromatografia de troca iônica

Os teores de nitritos e nitratos foram determinados conforme metodologia 4110 B, descrita no STANDARD METHODS (1998).

Pesou-se 0,5g de amostra seca, em balão volumétrico de 100 ml com água destilada e deionizada, agitando-se ocasionalmente por uma hora. Completou-se o volume e filtrou-se em papel filtro faixa preta (Whatmann 389¹).

Procedeu-se à leitura direta em um Cromatógrafo Iônico de Alta Eficiência (HPIC), Dionex modelo DX-500, consistindo de coluna Ion-Pac AS14A (4x250 mm); pré-coluna AG-14 (4x50 mm); detetor de condutividade modelo ED 40; amostrador automático modelo AS 40, observando-se as recomendações do manual do usuário da DIONEX (1999), bem como os parâmetros de calibração e validação da metodologia utilizada.

As condições de operação foram: eluição isocrática; fluxo 1,2 mL/minuto; volume de injeção 50 µL; limite de detecção 0,05 mg/L; limite de quantificação 0,05 mg/L; eluente mistura de Na₂CO₃ (8 mmol/L) e NaHCO₃ (1 mmol/L).

3.2.3 Determinação da umidade

A umidade das amostras foi determinada em estufa com circulação forçada de ar (Marconi MA 035), com temperatura de 55-60°C durante 12 horas, ou até peso constante, conforme método 925.10 da AOAC (2000).

3.2.4 Determinação da Ingestão Diária Aceitável (IDA)

A IDA para nitritos e nitratos foi calculada conforme apresentado pela EC (1992, 1998) e FAO/WHO (1996), a qual corresponde a 0,07 e 3,70 mg/kg, respectivamente. Para um indivíduo com 70 kg corresponde a IDA de 263,90 mg de íons nitrato+nitrato (3,77 mg/kg x 70 kg = 263,90 g).

3.2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa MSOFFICE MICROSOFT EXCEL (MICROSOFT CORPORATION, 1997) para o cálculo das médias, desvio padrão e coeficiente de variância. Com o auxílio do programa MINITAB (1998), os dados foram submetidos à análise de variância e teste F para verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os diferentes sistemas de cultivo avaliados, para cada tipo de cultura. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey para identificar as diferenças entre os tratamentos (orgânico, convencional e hidropônico).

A descrição dos programas estatísticos utilizados estão apresentados no Apêndice 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação de nitritos e nitratos, mesmo que limitada à produção regional, serve não apenas para agregar informações sobre os teores destes compostos em

diferentes hortícolas, mas também avaliar, comparativamente, os sistemas de cultivo e indicar a segurança no consumo das mesmas.

Os teores de nitritos e nitratos, bem como a soma dos dois compostos, em diversas hortaliças produzidas em condições de sistemas orgânico (O), convencional (C) e hidropônico (H) e comercializadas na RMC são mostrados na Tabela 16; indicando que a maioria das amostras não apresentou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$), entre os sistemas de cultivo convencional e orgânico, porém diferindo das amostras obtidas pelo sistema de cultivo hidropônico.

TABELA 16 - TEORES DE NITRITOS (NO_2^-) E NITRATOS (NO_3^-) EM HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO NA RMC

Culturas	Determinações	Convencional		Orgânico		Hidropônico	
		n	Média±DP	n	Média±DP	n	Média
Agrião	NO_2^-		481,0±683,28 ^{ns}		585,86±680,20 ^{ns}		941,20±641,87 ^{ns}
	NO_3^-		17,32±6,66 ^{ns}		2673,74±4152,86 ^{ns}		1682,42±2446,88 ^{ns}
	S	06	498,32±683,08 ^{ns}	06	3259,60±4485,62 ^{ns}	06	2623,62±2421,26 ^{ns}
Alface	NO_2^-		368,53±449,63 ^{ns}		196,14±334,36 ^{ns}		670,94±424,87 ^{ns}
	NO_3^-		430,34±386,59 ^{ns}		263,83±162,66 ^{ns}		1107,70±1424,96 ^{ns}
	S	06	798,86±679,78 ^a	06	459,97±347,61 ^a	06	1778,64±1308,61 ^b
Batata	NO_2^-		3,03±3,37 ^{ns}		0,00±0,00 ^{ns}		
	NO_3^-		72,80±140,20 ^{ns}		15,52±5,83 ^{ns}		
	S	06	75,83±138,72 ^{ns}	06	15,52±5,83 ^{ns}	-	-
Cenoura	NO_2^-		69,62±123,34 ^{ns}		230,64±373,99 ^{ns}		
	NO_3^-		640,73±512,19 ^{ns}		796,04±369,71 ^{ns}		
	S	06	710,35±487,91 ^{ns}	06	1026,68±689,09 ^{ns}	-	-
Couve-flor	NO_2^-		45,95±61,13 ^{ns}		8,57±13,78 ^{ns}		
	NO_3^-		54,23±92,72 ^{ns}		196,54±212,45 ^{ns}		
	S	06	100,18±146,11 ^{ns}	07	205,11±207,66 ^{ns}	-	-
Espinafre	NO_2^-		1109,78±358,54 ^a		596,66363,07 ^b		
	NO_3^-		266,75±311,01 ^{ns}		281,07±614,96 ^{ns}		
	S	07	1376,53±237,22 ^{ns}	06	877,73±786,61 ^{ns}	-	-
Morango	NO_2^-		32,85±29,25 ^{ns}		40,45±30,66 ^{ns}		
	NO_3^-		153,37±111,82 ^{ns}		89,09±51,36 ^{ns}		
	S	07	186,22±100,61 ^{ns}	06	129,54±53,96 ^{ns}	-	-
Pepino	NO_2^-		37,02±86,26 ^{ns}		14,35±30,12 ^{ns}		
	NO_3^-		246,92±198,13 ^{ns}		427,38±411,79 ^{ns}		
	S	06	283,94±226,60 ^{ns}	06	441,73±439,00 ^{ns}	-	-
Tomate cereja	NO_2^-		85,04±208,30 ^{ns}		0,73±1,79 ^{ns}		4,04±4,51 ^{ns}
	NO_3^-		183,68±114,18 ^{ns}		181,18±94,78 ^{ns}		258,51±178,29 ^{ns}
	S	06	268,72±162,60 ^{ns}	06	181,91±96,07 ^{ns}	03	262,55±181,80 ^{ns}
Tomate salada	NO_2^-		57,34±136,47 ^{ns}		1,91±1,46 ^{ns}		7,08±6,38 ^{ns}
	NO_3^-		90,06±198,77 ^{ns}		98,32±92,56 ^{ns}		179,43±0,39 ^{ns}
	S	06	147,40±220,38 ^{ns}	07	100,23±93,10 ^{ns}	02	186,51±5,99 ^{ns}

NOTA: S= soma dos teores de nitritos e nitratos; n= número de amostras analisadas; DP = desvio padrão; *valores apresentados em base úmida, em mg/kg; a, b - médias na mesma linha com letras iguais não diferem estatisticamente entre si no nível de 5% ($p \leq 0,05$); ns - não significativo; - não determinado

Apesar disto, de um modo geral, os dados encontrados no presente trabalho apresentaram grande variação entre os valores mínimo e máximo, o que pode justificar os altos valores no desvio padrão. Em alguns casos, o desvio padrão excede a média, fato que explica a não ocorrência de diferença estatística significativa entre algumas das culturas analisadas, quando comparadas em relação ao sistema de cultivo.

Alguns estudos (LYONS *et al.*, 1994; XIMENES *et al.*, 2000; YORDANOV *et al.*, 2001) que compararam hortícolas (espinafre, agrião, alface, batata, tomate e cenoura) cultivadas nos sistemas convencional e orgânico, tratadas com diferentes tipos de fertilizantes, em relação aos teores de nitrogênio e nitrato, não mostraram diferenças estatisticamente significativas, devido à considerável variabilidade de valores encontrados. Entretanto, outros autores apontam níveis mais baixos de nitratos para os produtos orgânicos, principalmente nas culturas de alface, batata, cenoura e espinafre (LECLERC *et al.*, 1991; VOGTMANN *et al.*, 1993; LIEBLEIN, 1993; RAUPP, 1998; BOURN e PRESCOT, 2002).

Na Tabela 16 observa-se ainda teores de nitrato (base úmida) na faixa de 264 mg/kg, 430 mg/kg e 1108 mg/kg para as amostras de alface orgânica, convencional e hidropônica, respectivamente, ou seja, $O < C < H$. Esses resultados estão concordantes com estudo de MIYAZAWA *et al.* (2001), que obtiveram essa mesma relação (base seca) quando analisaram 101 amostras de alface convencional, orgânica e hidropônica.

Outros dados de literatura apontam grandes variações nos níveis de nitratos obtidos nas amostras de hortícolas, como espinafre (82 mg/kg a 3784 mg/kg), alface (396 mg/kg a 5735 mg/kg) e cenoura (18 mg/kg a 947 mg/kg), analisadas por diferentes pesquisadores, devendo ser considerados fatores tais como amostras obtidas através de diferentes tipos de cultivo e variações edafoclimáticas (WALKER, 1975; MIYAZAWA *et al.*, 2001).

Ainda na Tabela 16 observa-se que as culturas de agrião, couve-flor, cenoura e pepino apresentaram concentrações médias maiores de nitratos no sistema orgânico; as culturas de alface, batata, morango no sistema convencional e concentrações similares nas culturas de espinafre e tomates provenientes dos sistemas orgânico e convencional. Quando comparados os três sistemas, as culturas do sistema hidropônico

apresentaram as maiores médias para os teores de nitrato, exceto na cultura de agrião em sistema orgânico.

As culturas que apresentaram as maiores concentrações (em mg/kg) de nitritos e nitratos foram: agrião C, O e H (498,37; 3259,59 e 2623,6); alface C, O e H (798,86; 459,98 e 1778,64); espinafre C e O (1376,53 e 877,73) e cenoura C e O (710,35 e 1026,68), merecendo ser incluídas em programas de monitoramento.

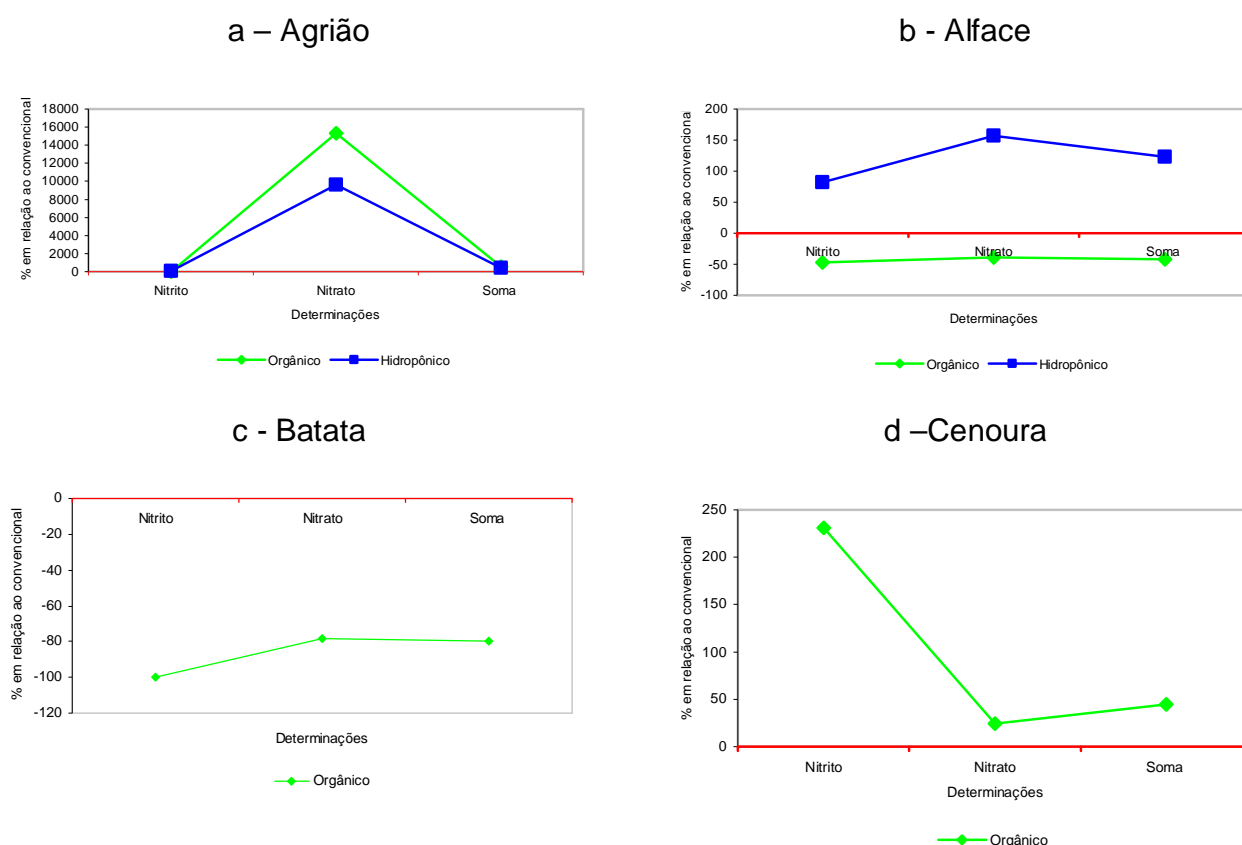
Embora a maioria das amostras analisadas (Tabela 16) permaneçam dentro do limite permitido pela EC (1992 e 1998) e FAO/WHO (1996), faz-se necessário uma orientação mais adequada aos produtores sobre o manejo do nitrogênio, além de informações aos consumidores sobre a maneira como os alimentos são produzidos em cada sistema, permitindo uma escolha de produtos mais saudáveis.

Em alguns casos (agrião, alface e espinafre), os teores de nitritos apresentaram-se elevados, chegando a superar os teores de nitratos nas respectivas culturas. Para PETERSEN e STOLTZE (1999), geralmente os nitritos ocorrem nos alimentos em concentrações mais baixas do que os nitratos, embora condições impróprias de transporte e estocagem possam elevar sua concentração.

O fato da maioria das hortaliças hidropônicas e convencionais terem apresentado teores mais elevados de nitritos e nitratos (Tabela 16) tem sido sugerido por alguns autores haver uma maior disponibilidade de nitrogênio nesses sistemas. No sistema de cultivo **hidropônico** o fertilizante nitrogenado é fornecido nas formas de nitrato, amônio e uréia. O nitrato dissolvido na água facilita a absorção pela raiz em quantidade muito acima da capacidade da planta de reduzir o nitrato para amônia, acumulando o excedente no tecido vegetal. O sistema de cultivo **convencional** também utiliza fertilizantes químicos de média e alta solubilidade e concentração. Já no sistema de cultivo **orgânico** são utilizadas menores quantidades de fertilizantes com menor concentração e disponibilidade de nitrogênio, como adubos orgânicos à base de resíduos animais e vegetais (esterco, compostos, restos de folhas, vegetais, lixo orgânico, etc.), além de rochas moídas, que permitem uma lenta liberação de nutrientes e baixa lixiviação (STARLING e RICHARD, 1990; STOREY, HOGAN, HUMPHREYS, 1993; KHATOUNIAN, 2001; AFSSA, 2003).

As concentrações de nitritos e nitratos nas culturas analisadas apresentaram a seguinte relação: alface, tomate cereja e tomate salada - $O < C < H$; espinafre, morango e batata - $O < C$; agrião - $C < H < O$; couve-flor, cenoura e pepino - $C < O$ (Figura 22 a – j). Contudo a comparação dos sistemas de cultivo pode ser afirmada apenas para as condições do estudo, visto a diversidade e complexidade de fatores que influenciam a absorção do nitrogênio pelas plantas e sua conseqüente transformação em nitritos e nitratos (HORNICK, 1992; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

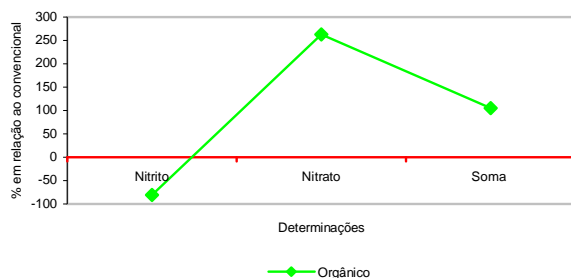
FIGURA 22 – COMPARAÇÃO DOS TEORES DE NITRITOS E NITRATOS EM HORTÍCOLAS OBTIDAS PELOS SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO, NA RMC – 2001 - 2002



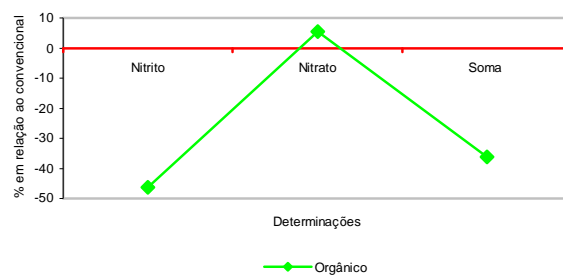
Continua...

...Conclusão

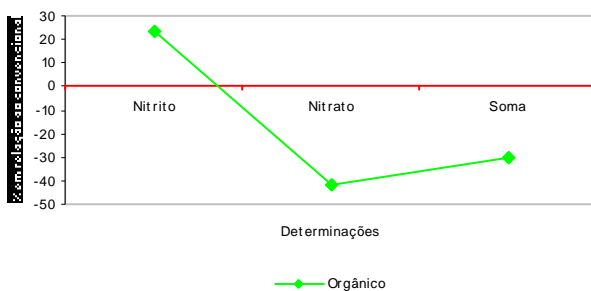
e – Couve-flor



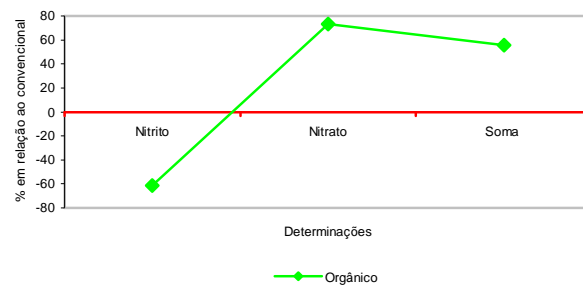
f – Espinafre



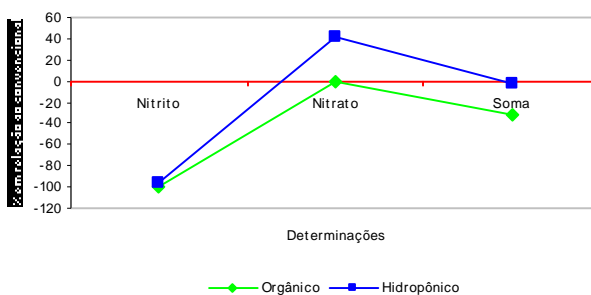
g – Morango



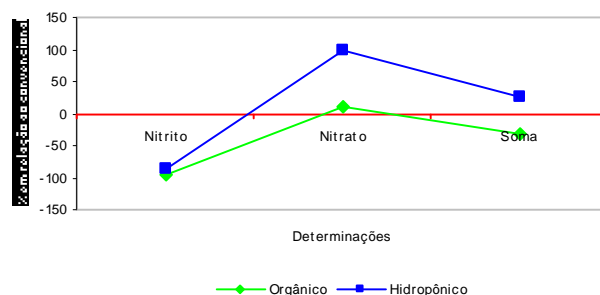
h – Pepino



i - Tomate cereja



j - Tomate salada



Considerando que para a EC (1992 e 1998) e FAO/WHO (1996) uma pessoa com 70 kg corresponde a IDA de 263,90 mg de íons nitrato e nitrito, a Tabela 17

apresenta a IDA para cada tipo de cultura/cultivo. Observa-se que as culturas de agrião, alface e espinafre são as que apresentam as **maiores restrições ao consumo**, variando de cerca de 81 e 101 g para o agrião orgânico e hidropônico, 330 e 148 g para a alface convencional e hidropônica e 192 a 301 g para o espinafre convencional e hidropônico, respectivamente. Para crianças devem ser considerados 10% dos valores apresentados, devido à maior suscetibilidade a esses compostos.

TABELA 17 - INGESTÃO DIÁRIA ADMISSÍVEL (IDA) CONSIDERANDO CADA CULTURA ANALISADA EM RELAÇÃO AOS NITRITOS E NITRATOS

Culturas	Sistema de Cultivo		
	Convencional (g)	Orgânico (g)	Hidropônico (g)
agrião	529,58	80,96	100,59
alface	330,35	573,73	148,37
batata	3480,15	17033,87	-
cenoura	371,51	257,04	-
couve-flor	2634,26	1286,63	-
espinafre	191,71	300,66	-
morango	1417,14	2037,21	-
pepino	929,42	597,42	-
tomate cereja	982,06	1450,72	1005,14
tomate salada	1790,37	2632,94	1414,94

NOTA: (1) Valores apresentados em g, em base úmida.

(2) IDA - fixada pela EC (1992, 1998) e FAO/WHO (1996).

(3) Quantidade que teria que ser consumida por um indivíduo com 70 kg para atingir 100% da IDA em relação a nitritos + nitratos.

(4) Esses dados expressam os resultados médios obtidos na Tabela 16 (pg. 140), devendo ser considerados ainda os respectivos desvios padrões nela apresentados.

Tomando como **exemplo** a alface convencional, observamos que segundo a Tabela 16, foram obtidos os valores de 368,53 mg/kg de nitrito e 430,34 mg/kg de nitrato, sendo 798,86 mg/kg a somatória. Para a EC (1992, 1998) e FAO/WHO (1996), a IDA para nitritos e nitratos corresponde a 0,07 e 3,70 mg/kg, respectivamente. Para um indivíduo com 70 kg corresponde a IDA de 263,90 mg de íons nitrato+nitrito (3,77 mg/kg x 70 kg = 263,90 g). Considerando que a alface convencional apresentou 798,86 mg/kg de nitrito+nitrato, este consumidor poderá ingerir por dia, para atingir 100% da IDA, 330,35 g deste vegetal. Entretanto, poderia consumir 573,73 g de alface orgânica e apenas 148,37 g de alface hidropônica (Tabela 17).

Há que se considerar o efeito cumulativo dos alimentos e da água, outra grande fonte de nitritos e nitratos.

Os resultados apresentados vêm justificar a preocupação da National Academy of Science (NAS, 1981, *apud* HUARTE-MENDICOA, ASTIASARÁN, BELLO, 1997) e da Agence Française de Securite Sanitaire dês Aliments – AFSSA (2003), que estimaram ser os vegetais os responsáveis por 80% a 87% dos nitratos em uma dieta normal, recomendando a necessidade de procedimentos que diminuam os níveis de nitratos nos alimentos e, principalmente, nos vegetais componentes da dieta de bebês. Algumas medidas poderiam contribuir para a diminuição dos teores de nitratos nas hortaliças, como a melhoria da fertilização nitrogenada através do limite dos adubos orgânicos ricos em nitrogênio de rápida assimilação, o monitoramento da mineralização do nitrogênio, além da limitação dos plantios em estufa (CONTRERAS e MONTES, 1994). Recomenda-se também a utilização de bactérias que degradam o nitrato junto aos efluentes da indústria, em especial da agroquímica. Como exemplo a *Pseudomonas halodenitrificans* pode degradar ininterruptamente mais de 40 kg diários de nitratos por metro cúbico de efluente, transformando-os em nitrogênio molecular, um elemento gasoso inerte (ROUX, VERMÉGLIO e BESNAINOU, 2000).

Para a AFSSA (2003), os métodos de agricultura biológica/orgânica permitem a redução de 30% a 50% dos teores de nitratos nas hortícolas, em relação aos métodos convencionais, sendo que os métodos de fertilização (essencialmente orgânicos) autorizados explicam as diferenças observadas. Essa redução parece interessante, uma vez que a ingestão diária total de nitratos na França é pouco inferior à dose diária aceitável e que as recomendações nutricionais atuais é para um aumento no consumo de hortícolas, devido a seus efeitos potencialmente protetores (doenças cardiovasculares, câncer), ricos em fibras, vitaminas e outros micronutrientes.

A comparação dos sistemas de cultivo pode ser afirmada apenas para as condições do estudo, visto a diversidade e complexidade de fatores que influenciam a absorção do nitrogênio pelas plantas e sua conseqüente transformação em nitritos e nitratos (HORNICK, 1992; BOURN e PRESCOT, 2002; AFSSA, 2003).

5 CONCLUSÃO

- Observou-se uma predominância de amostras obtidas pelo cultivo orgânico com menores teores de nitritos e nitratos, quando comparadas às do sistema convencional e hidropônico.
- A concentração de nitritos e nitratos nas culturas analisadas apresentaram a seguinte relação: alface, tomate cereja e tomate salada - $O < C < H$; espinafre, morango e batata - $O < C$; agrião - $C < H < O$; couve-flor, cenoura e pepino - $C < O$.
- As culturas que apresentaram as maiores concentrações (em mg/kg) de nitritos e nitratos foram: agrião C, O e H (498,37; 3259,59 e 2623,6); alface C, O e H (798,86; 459,98 e 1778,64); espinafre C e O (1376,53 e 877,73) e cenoura C e O (710,35 e 1026,68).
- As culturas de agrião, alface e espinafre foram as que apresentaram as maiores restrições ao consumo, variando de cerca de 81 e 100 g para o agrião orgânico e hidropônico, 330 e 148 g para a alface convencional e hidropônica e 192 a 301 g para o espinafre convencional e hidropônico, considerando a IDA para nitritos e nitratos fixada pela EC e FAO/WHO, para uma pessoa com 70 kg.
- O estudo indicou grande variação e altos teores de nitritos e nitratos entre as hortícolas, o que sugere necessidade de monitoramento cuidadoso e técnicas de manejo mais apropriadas para cada tipo de cultura (notadamente da fertilização nitrogenada), objetivando reduzir os teores nesses alimentos e examinando-os à luz de conclusões de reavaliações em curso sobre a toxicidade dos nitritos e nitratos em humanos.

REFERÊNCIAS

AFSSA – Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Disponível em: <http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=4267.htm> Acesso em out 2003.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th. ed., v. I e II, Gaithersburg, 2000.

BOEHNCKE, E. Broadening the concept of quality for animal products: a german perspective, In: Lockeretz, W., Ed. Agricultural Production and Nutrition. **Proceedings of an International Conference**, Boston, Massachusetts, USA. March 19-21, 1997. p. 59-67.

BOSCH, N.B.; MATA, M.G.; PEÑUELA, M.J.; GALÁN, T.R.; RUIZ, B.L. Determination of nitrite levels in refrigerated and frozen spinach by ion chromatography, **Journal of Chromatography**, A 706, p. 221-228, 1995.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A Comparison of the Nutritional Value, Sensory Qualities, and Food Safety of Organically and Conventionally Produced Foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, New Zealand, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRASIL. Atribuição de Aditivos, Categoria 8 – Carnes e Produtos Cárneos. Portaria MS nº 1004 de 11.12.1998. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 54- E, 22 de março de 1999a.

_____. Secretaria de Defesa Agropecuária. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. IN nº 007 de 17 de maio de 1999, **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília 19 de maio de 1999b.

_____. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, Ministério da Saúde. Procedimentos de Retirada de Amostras, ANEXO V da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/tox/manual/anexo_05.htm> Acesso em: 02 fev 2001.

_____. Presidência da República. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, seção 1, página 8. 2003.

_____. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 6, de 10 de Janeiro de 2002. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de janeiro de 2002. Disponível: http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_ma_in06_02.htm Acesso em 2 fev. 2004

CARMO JR., R. R. **O que é a hidroponia?** Disponível em: <<http://www.hidroponica.cjb.net>> Acesso em dez 2002.

CCE - Comissão das Comunidades Europeias. **Recomendação da Comissão, de 3 de Março de 1999**. Jornal Oficial nº L 128 de 21/05/1999 p. 0025 - 0055. Disponível em <http://europa.eu.int/eur-lex/pt/lif/dat/1999/pt_399HO333.html> Acesso em fev 2001.

_____- Comissão das Comunidades Europeias. **Regulamento (CEE) nº 2092/91, de 24 de junho de 1991**. Modo de produção biológico de produtos agrícolas e à sua indicação nos produtos agrícolas e nos gêneros alimentícios. Jornal oficial no. L 198 de 22/07/1991 p. 0001 – 0015. Última alteração: 300R0331 (JO L 048 **19.02.00** p.1). Disponível: <<http://www.ibd.com.br/legislacao/CE2092.htm>> Acesso em: 20 mar. 2004.

CONTRERAS, M.J.; MONTES, M.J. Estudio Del contenido en nitritos, nitratos y ácido ascórbico en distintos grupos de alimentos. **Alimentaria**, v. 197, p. 73-78, 1994.

DAROLT, M.R. **As Dimensões da Sustentabilidade**: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2000. Tese Doutorado, PPG em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.

DIONEX Corporation. Technical Note 112: **Determination of Nitrate and Nitrite in Meat Using High-Performance Anion-Exchange Chromatography**, Sunnyvale, CA. p. 1-4, 1998. (Disponível na biblioteca da ACATEC).

DIONEX Corporation. **AS14A Manual**. Doc. nº 031678-01, 34 p. Sunnyvale, CA, 1999.

DLOUHY, J. Quality in ecological agriculture, In: **Ecological Agriculture, NJF-Seminar 166-Miljovard. Swedish University of Agricultural Sciences**, Alternative Agriculture Report No 5. Uppsala, Sweden, 1990. p. 209-18.

EUA. **Política Norteamericana em Orgânicos**. Proposta de normatização para rotulagem, produção e comercialização de produtos ditos orgânicos <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/leituras/lo_politica_eeuu.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

EC. EUROPEAN COMMISSION, Scientific Committee for Food, Report of the Scientific Committee for Food on Nitrate and Nitrite (26th series). [Opinion expressed on 19 October 1990], 1992.

EC. EUROPEAN COMMISSION, Report of the Scientific Committee for Food (38th series). Opinion on Nitrates and Nitrite, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities), p. 1-33 , 1998.

FAO/WHO. **Norma CODEX de Rotulagem de produtos organicamente cultivados** Draft Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods (Agenda Item 4). Disponível: <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_cx_al99_22a.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

JECFA FAO/WHO. Joint Expert Committee on Food Additives FAO/WHO. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food. WHO Food Additives Series 35, Geneva, WHO, 1996.

FEENSTRA, G.W. Local food systems and sustainable communities, **Am. J. Altern. Agric.**, v. 12, p. 28-36, 1997.

GUSSOW, J.D. Is local vs. global the next environmental imperative? **Nutr. Today**, v. 35, p. 29-35, 2000.

HAMERSCHIMIDT, I. **Hidroponia ao Alcance de Todos**. EMATER-Pr. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (apostila p/curso técnico), Curitiba, 1997. 27 p.

HAYNES, L. **Concerning the quality of food**, In: *Proceedings of the 9th IFOAM Conference, Brazil*. Germany: IFOAM, 1992, p. 316-323.

HORNICK, S.B. Factors affecting the nutritional quality of crops. **Am. J. Altern. Agric.**, v. 7, p. 63-8, 1992.

HUARTE-MENDICOA, J.C.; STIASARÁN, I.; BELLO, J. Nitrate and Nitrite levels in fresh and frozen broccoli. Effect of freezing and cooking. **Food Chemistry**, v. 58, n. 12, p. 39-42, 1997.

JECFA FAO/WHO. Joint Expert Committee on Food Additives FAO/WHO. **Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food**. WHO Food Additives Series 35, Geneva, WHO, 1996.

JOHNSON, C.J.; KROSS, B.C. Continuing importance of nitrate contamination of groundwater and wells in rural areas. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 18, n. 4, p. 449-456, 1990.

KHATOUNIAN, C.A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: **Agroecológica**, 2001. 348 p.

LARA, W.H.; TAKAHASHI, M.Y.; YABIKU, H.Y. Níveis de nitrato em alimentos infantis. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 147-152, 1980.

LECLERC, J., MILLER, M.L., JOLIET, E.; ROCQUELIN, G. Vitamin and mineral contents of carrot and celeriac under mineral or organic fertilization, **Biol. Agric. Hort.** v. 7, p. 349-61, 1991.

LIEBLEIN, G. **Quality and yield of carrots: effects of composted manure and mineral fertilizer**, PhD Thesis. Department of Horticulture, Agricultural University of Norway, 1993.

LYONS, D. J.; RAYMENT, G. E.; NOBBS, P. E.; MCCALLUM, L. E. Nitrate and Nitrite in Fresh Vegetables from Queensland. **J. Sci. Food Agric.** v. 64, n. 3, p. 279-281, 1994.

MICROSOFT CORPORATION. MSOFFICE MICROSOFT Excel 97. Redmond, WA, c 1995-1997. CDROOM 6 MB.

MIRVISH, S.S. Role of N-nitroso compounds (NOC) and N-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC. **Cancer Letters**. v. 93, p. 17-48, 1995.

MINITAB. **Reference Manual Release 7**. Minitab Inc, 3081, Enterprise Drive, State College PA, 16801 US, Elinor Cruze and Jim Weldon. p. 6-10, 6-11, 1998.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A.; ODENATH-PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. Revista Agroecologia Hoje. **Agroecológica**, Botucatu, p.23, 2001.

NUGENT. M; KAMRIN, M.A.; WOLFSON, L; D'ITRI, F.M. Nitrate - a drinking water concern. Michigan's Drinking Water. **Ext. Bulletin WQ-19**. Institute of Water Research, 3 p. Michigan, 1993.

OHSE, S. **Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface hidropônica**. In: Hidroponia da alface. SANTOS, O. (editor) Impr. Univ. UFSM: Santa Maria, RS. p. 10-24. 2000.

OKAFOR, P.N.; OGBONNA, U.I. Nitrate and nitrite contamination of water sources and fruit juices marketed in South-Eastern Nigeria. **Journal of Food Composition and Analysis**. Elsevier, v.16, n. 2, p.213-218, abril 2003.

OLMEDO, R. G.; BOSCH, N. B. Ingestion de nitratos procedentes de productos hortalizas, y su incidencia toxicológica. **Alimentaria**, v. 25, p.76-78, 1998.

PENNINGSFELD F.; KURZMANN, P. **Cultivos Hidropónicos y en Turba**. 2. ed., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1983. p. 7-64.

PETERSEN, A.; SOLTZE, S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. **Food Additives and Contaminants**, UK, v. 16, n. 7, 291-299, 1999.

RAUPP, J. Examination of some microbiological and biochemical parameters and tests of product quality used in a long-term fertilization trial, **Am. J. Altern. Agric.**, v. 13, p. 138-44, 1998.

ROUX, J.C.; VERMÉGLIO, A; BESNAINOU, B. Despoluição: os microorganismos ganham terreno. **França-Flash Meio Ambiente**, n. 9, p. 6-7, 2000.

SCUCATO, E.S.; YOSHIYARA, A.C.P.; STERTZ, S.C. Resíduos de Agrotóxicos em Hortifrutícolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, XII, 2001, Maceió: **Anais...** Maceió: SBAAL, 2001. p. 255.

STARLING, W.; RICHARDS, M.C. Quality of organically grown wheat and barley, **Aspects Appl. Biology**, n. 25, p. 193-198, 1990.

STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. American Public Health Association, Washington, 1998.

STERTZ, S.C.; SCUCATO, E.S.; BELGER, M. Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos Comercializados no Estado do Paraná de 1993 a 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, 2000, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 3, p.1028.

STOREY, T.; HOGAN, R.; HUMPHREYS, J. The growth, yield and quality of winter wheath and winter oats grown under an organic conversion. **Asp Appl Biol**, v. 36, p. 199-204, 1993.

VOGTMANN, H., MATTHIES, K., KEHRES, B.; MEIER-PLOEGER, A. Enhanced food quality: effects of composts on the quality of plant foods, **Compost Sci. And Utilization**, v. 1, p. 82-100, 1993.

WALKER, R. Naturally Occuring Nitrate/Nitrite in Foods. **J. Sci. Fd. Agric.**, v. 26, p. 1735-1742, 1975.

WOODWARD, L.; MEIER-PLOEGER, A. "Raindrops on roses and whiskers on kittens": consumers' perceptions of organic food quality. In: INTERNATIONAL IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 12th, 1998, Argentina. **Proceedings...** Germany: IFOAM, 1999. p. 81-88.

XIMENES, M.I.N; RATH, S.; REYES, F.G.R. Polarographic Determination of Nitrate in Vegetables. **Talanta**, v. 51, p. 49-56, 2000.

YORDANOV, N.D.; NOVAKOVA, E.; LUBENOVA, S. Consecutive estimation of nitrite and nitrate íons in vegetables and fruits by electron paramagnetic resonance spectrometry. **Analytica Chimica Acta**, v. 437, p. 131-138, 2001.

YSART, G.; CLIFFORD, R.; HARRISON, N. Monitoring for nitrate in UK-grown lettuce and spinach, **Food Additives and Contaminants**, UK, v. 16, n. 7, p. 301-306, 1999.

ZAGO, V.C.P.; EVANGELISTA, M.R.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; NEVES, M.A.P.; RUMJANEK, N.G. Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 207-211, 1999.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V.R.S. Resíduos de Agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná, **Pesticidas R. Téc. Cient.**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 49-95, 1993.

ZHOU, M.; GUO, D. Simultaneous determination of chloride, nitrate and sulphate in vegetable samples by single-column íon chromatography. **Microchemical Journal**, v. 65, p. 221-226, 2000.

CAPÍTULO 4 - DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

1 INTRODUÇÃO

É inquestionável que o sistema de produção convencional deixa nos alimentos resíduos de agrotóxicos em níveis preocupantes para a saúde pública. Todavia, enquanto estudos que comparam alimentos obtidos pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico em relação ao seu valor nutricional, qualidade sensorial e segurança alimentar têm sido realizados, poucos apresentam controle efetivo e relatos dos níveis desses resíduos capazes de conclusões válidas cientificamente, havendo necessidade de novos e criteriosos estudos (BOURN e PRESCOTT, 2002; AFSSA, 2003).

2 REVISÃO DE LITERATURA

O uso de agrotóxicos no processo de produção agrícola e a conseqüente contaminação dos alimentos, têm sido alvo de constante preocupação no âmbito da saúde pública, gerando a necessidade de realização da avaliação toxicológica e do estabelecimento de parâmetros de segurança relativos à sua utilização, bem como de programas e ações de controle, cientificamente embasados e tecnicamente aplicáveis (Lei 7802/1989 MA e PARA 2002/2003, ANVISA) (BRASIL, 2003 b e c).

Enquanto no sistema de cultivo orgânico de hortícolas é proibido o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos altamente solúveis, tanto no sistema de cultivo convencional como no hidropônico, apesar das restrições, é permitido o uso dos mesmos, o que pode alterar a composição e qualidade desses alimentos, além de propiciar a contaminação ambiental, do produtor e do consumidor.

Em geral, a agricultura orgânica produz alimentos sem o uso de produtos químicos sintéticos. Alguns fazendeiros de frutas e hortaliças orgânicos, especialmente os de produtores em larga escala, rotineiramente aplicam certos pesticidas naturais derivados de fontes botânicas e minerais, e preparações biológicas como as que contêm o inseticida microbiológico *Bacillus thuringiensis* (WALZ e SCOWCROFT, 2000).

A identificação de resíduos em produtos agrícolas serve para avaliar a qualidade dos alimentos consumidos pela população, além de proporcionar uma avaliação quanto ao uso inadequado dos agrotóxicos, caracterizar a fonte de contaminação, e fornecer dados para permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas, antes que a contaminação se torne um perigo para a saúde do ser humano, para o meio ambiente, ou que cause grandes perdas econômicas no comércio nacional ou internacional. Existe carência de dados que comparam diferentes sistemas de cultivo em relação aos teores de resíduos de agrotóxicos, principalmente em relação aos alimentos obtidos pelo sistema de cultivo orgânico e hidropônico.

2.1 OS SISTEMAS DE CULTIVO DE HORTÍCOLAS E OS AGROTÓXICOS

Visando atender à demanda alimentar da população e às tendências do mercado, a ciência agrícola tem fundamentado novas formas de cultivo de hortaliças, como a agricultura orgânica e a hidropônica, entre outras (KHATOUNIAN, 2001; CARMO JR, 2002; BOURN e PRESCOT, 2002).

A **hidroponia**, palavra de origem grega (*hidro*: água; *ponos*: trabalho), pode ser definida como a ciência capaz de desenvolver plantas na ausência do solo ou, simplesmente, cultivar sem solo. Os nutrientes que a planta precisa para seu desenvolvimento e produção são fornecidos somente pela água. Tal significado opõe-se à agricultura **convencional**, que poderia ser denominada de geoponia (*geo* = terra) ou agroponia (“trabalho da terra”), ou simplesmente agricultura (HAMERSCHMIDT, 1997; CARMO JR., 2002).

O sistema de cultivo hidropônico apresenta custos iniciais elevados, fato que parece estar desencorajando alguns produtores. Há necessidade de prevenção contra a falta de energia elétrica e de conhecimentos técnicos e de fisiologia vegetal para o acompanhamento freqüente do funcionamento do sistema e da solução nutritiva (PENNINGSFELD e KURZMANN, 1983; HAMERSCHIMIDT, 1997; MIYAZAWA *et al.*, 2001; CARMO JR., 2002).

O sistema de cultivo **orgânico** baseia-se nos princípios do desenvolvimento sustentável: ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente justo. O controle de pragas ocorre preventivamente, havendo utilização apenas de adubo orgânico. O termo “agricultura orgânica” é amplamente utilizado com sentido mais amplo, abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável. Pode-se observar esse aspecto claramente na Instrução Normativa do Ministério da Agricultura de nº. 007, de 17 de maio de 1999 e pela Portaria Ministerial nº 006, 16 de janeiro de 2002, que estabelece normas para produção de alimentos orgânicos vegetais e animais (BRASIL, 1999, 2001a, 2004b).





A nível internacional, a FAO/WHO elaboraram a Norma Codex de Rotulagem de Produtos Organicamente Cultivados e os EUA também apresentaram a Política Norteamericana para Alimentos Orgânicos. Na Europa, foi elaborado em 1991 o Regulamento nº 2092/91 para a produção biológica de produtos agrícolas, sendo efetuada uma última alteração em 19/02/2000 (FAO/WHO, 2004; EUA, 2004; CCE, 2004).

O maior benefício do alimento obtido pelo sistema de cultivo orgânico advém de práticas culturais que melhoram o solo, oferecendo mínimo impacto ambiental. A agricultura convencional pode até produzir alimento mais barato, porém os custos externos (degradação do meio ambiente, riscos para a saúde e problemas sociais) são muito altos.

2.2 PADRÕES E CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

Há padrões de qualidade e de quantidade para os agrotóxicos, sendo que a produção, comércio e uso dos mesmos depende de registro prévio junto ao Governo Federal, o qual está condicionado ao grau de perigo que representam. No caso do Brasil, não se pode registrar agrotóxicos, para o qual não se disponha de antídoto e método de desativação ou que possam causar doenças ou danos ambientais, de modo que pode haver o cancelamento de registro quando questionado os prejuízos ao ambiente, aos recursos naturais e à saúde humana. Os agrotóxicos devem ser vendidos com rótulos que informem ao consumidor sobre uso, precauções, riscos e efeitos à saúde, além de instruções para o caso de acidente. A cor dos rótulos é especificada na legislação própria e varia de acordo com a toxicologia do produto (Quadro 5) (Lei 7802/1989 MA e Decreto 4074/2002 MA) (BRASIL, 2003b e 2003d).

QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS EM FUNÇÃO DE SUA TOXICIDADE

	Classe toxicológica I (Rótulo Vermelho): produto no qual se encontram substâncias ou compostos químicos considerados "altamente tóxicos" para o ser humano. Exemplo: agrotóxicos fosforados, como metamidofós, parationa metílica e monocrotofós
	Classe toxicológica II (Rótulo Amarelo): produto considerado medianamente tóxico para o ser humano. Exemplo: tiram, ziram e clorpirifós
	Classe toxicológica III (Rótulo Azul): produto considerado pouco tóxico ao ser humano. Exemplo: carbendazim, clorotalonil, metolacolor, propinebe e manebe
	Classe toxicológica IV (Rótulo Verde): produto considerado praticamente "não-tóxico" para o ser humano.

FONTE: Elaborado a partir de BRASIL (2003b e 2003 d), Lei 7802/1989 MA e Decreto 4074/2002 MA.

Para reforçar a segurança no uso desses produtos, o governo federal brasileiro, publicou o Decreto 3.964/2000 MA, que obriga as indústrias registrarem componentes de matérias-primas, ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação dos agrotóxicos. Tais informações deverão constar no rótulo e nas bulas para informar o consumidor sobre todos os componentes contidos na formulação de um agrotóxico. A Resolução RE 165/2003 ANVISA, disponibiliza via Internet todas as 432 Monografias de Produtos Agrotóxicos, onde constam informações sobre cada ingrediente ativo, como classificação, fórmula estrutural, indicação de uso agrícola, LMR, intervalo de segurança, entre outros dados. Exemplo de uma monografia de ingrediente ativo encontra-se no ANEXO 2 (BRASIL, 2004a).

Os agrotóxicos podem ser classificados também quanto à sua ação/classe e ao grupo químico ao qual pertencem, conforme apresentado no Quadro 6.

QUADRO 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS QUANTO À CLASSE E GRUPO QUÍMICO

Classe	Grupo Químico	Exemplos
Inseticidas	Organofosforados	Paration metílico, clorpirifós, monocrotofós, metamidofós
	Organoclorados	Clorotalonil*, DDT, dicofol
	Carbamatos	Carbofuran, carbaril
	Piretróides	Deltametrina, permetrina, cipermetrina
	Benzoiluréias	Clorofluazuron, fluaruzon
Fungicidas	Ditiocarbamatos	Ziram, manebe, mancozebe
	Benzimidazóis	Carbendazim, benomil
Herbicidas	1,2,4- Triazinona	Metribuzim, metamitron
Agente biológico	Bactérias	Streptomyces griseoviridis
Regulador de crescimento	Pirimidil carbinol	Fenarimol, ácido giberélico
Rodenticida	Indandione anticoagulante	Pindone
Raticidas, acaricidas e outros	Amidina	Amitraz
	Organotin	Cihexatin

FONTE: Elaborado pelo autor a partir de TOMLIN (1997).

NOTA: *Monografia (ANEXO 2) RE 165/2003 ANVISA (BRASIL, 2004a).

2.3 REGULAMENTAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

Com o objetivo de controlar o uso de agrotóxicos no campo e o nível de resíduos desses compostos nos alimentos, órgãos internacionais e nacionais estabelecem os Limites Máximos de Resíduos (LMR) permitidos para cada binômio agrotóxico/cultura. No âmbito internacional, esses limites são estabelecidos pelo Comitê para Resíduos de Pesticidas do *Codex Alimentarius*, seguindo recomendações do Grupo de Peritos em Resíduos de Pesticidas da FAO/WHO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação/ Organização Mundial de Saúde), o JMPR. Países que não possuem um sistema de registro de pesticidas organizado adotam os limites estabelecidos pelo Codex em sua legislação, caso do BRASIL até 1990 (Lei 7802/1989 MA e Decreto 4074/2002 MA) (CALDAS, 1999; BRASIL, 2001b e 2003d).

O estabelecimento de LMRs no âmbito nacional e no Codex Alimentarius baseia-se, principalmente, em dados de estudos supervisionados de campo conduzidos de acordo com as boas práticas agrícolas. Porém, fatores agronômicos e climáticos e variações no procedimento de derivação dos limites levam a diferentes LMRs estabelecidos nos países e no Codex. Essas diferenças podem resultar em barreiras no comércio internacional de alimentos e questionamentos quanto à segurança de alimentos importados para a saúde humana. Os LMRs estabelecidos pelo Codex passaram a ter uma importância crucial no comércio internacional, com a adoção pela Organização Mundial do Comércio (OMC) das normas, diretrizes e recomendações do Codex Alimentarius como referência de inocuidade dos alimentos (CODEX ALIMENTARIUS, 2003).

No Brasil, apesar da utilização dos parâmetros legais do CODEX para pesticidas, em 1985, a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde publicou diversas monografias dos pesticidas registrados no Brasil e seus LMRs em alimentos. Na época, os dados técnicos exigidos para o registro do produto eram limitados e os LMRs eram fornecidos pelos fabricantes. Até que em 1989, com a publicação da Lei 7802/1989 MA e seus decretos regulamentadores (BRASIL, 2003b), houve a instituição dos parâmetros de registro de agrotóxicos e o estabelecimento de LMR baseado em estudos supervisionados de campo, os quais utilizavam, no país, as boas práticas agrícolas. Deste período até 2001, 2450 LMRs para 348 pesticidas em cerca de 270 culturas foram estabelecidos no Brasil. Dentre os agrotóxicos registrados, 109 são herbicidas, 75 fungicidas, dos quais 5 ditiocarbamatos, 117 inseticidas, dos quais 46 organofosforados, 21 carbamatos e 14 piretróides, 16 acaricidas e 31 compostos de outras categorias, incluindo feromônios e reguladores de crescimento. Até 2003, 432 princípios ativos constavam do “Índice de monografias de ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira” (RE 165/2003 ANVISA) (BRASIL, 2004a).

A Dose Diária Aceitável (DDA) ou Ingestão Diária Aceitável (IDA) é estabelecida pelo Grupo de Peritos em Resíduos de Pesticidas (JMPR) da FAO/WHO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação/ Organização Mundial de Saúde),

após avaliação de estudos conduzidos em animais de laboratório e observações em humanos, estas obtidas normalmente de estudos epidemiológicos do uso ocupacional do pesticida (WHO, 1997). Apesar de haver contestações sobre sua capacidade de proteger lactentes e pré-escolares, nunca houve, por parte de médicos ou nutricionistas, qualquer restrição de consumo de verduras e frutas com resíduos de agrotóxicos para bebês ou doses diferenciadas para pessoas de pesos diferentes.

Os grupos químicos que causam maiores intoxicações são os organofosforados e carbamatos, seguido pelos piretróides e derivados da glicina. Os inseticidas são a classe de uso mais envolvida no grupo das intoxicações não intencionais, seguidos pelos herbicidas (GARCIA, 2001).

O Codex LMR é um parâmetro que reflete as boas práticas agrícolas em nível internacional, não representa o nível de resíduos no alimento ao ser consumido, e nem é uma indicação da toxicidade do pesticida. A significância toxicológica da ingestão crônica de um pesticida só pode ser acessada após o estudo de avaliação de risco ter sido conduzido. Essa avaliação de risco será tão mais exata quanto melhor forem os dados utilizados no estudo.

O conceito de boas práticas agrícolas (BPA) no âmbito do JMPR refere-se às instruções de uso do pesticida no campo, necessárias para um controle efetivo e seguro de pragas. As instruções de uso, que são explicitadas na rotulagem do produto, são propostas pelas indústrias e aprovadas em cada país, baseadas em fatores agronômicos, climáticos, toxicológicos e econômicos. Os parâmetros aprovados incluem a frequência e a concentração do produto a ser aplicado na cultura, volume aplicado, intervalo entre a última aplicação e a colheita (intervalo de segurança ou tempo de carência), tipo de aplicação (pré ou pós-emergente) e equipamento de aplicação recomendado (FAO, 1997).

No caso do Brasil, cabe aos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde, no âmbito de suas respectivas áreas de competência, monitorar os resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem vegetal; ainda que o governo conte com uma rede de laboratórios credenciados e de referência, a REBLAS (BRASIL, 2001b), há falta de laboratórios equipados e mão-de-obra especializada, justificando o

pequeno número de trabalhos realizados para o controle, monitoramento e avaliação dos resíduos de pesticidas em alimentos.

Para um controle eficiente é importante que se observe os princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL), que diz respeito à organização e às condições sob as quais os estudos em laboratório e campo são planejados, realizados, monitorados, registrados, relatados e arquivados.

2.4 PESQUISA E MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS

Um sistema de controle de agrotóxicos conta, como elementos importantes para um funcionamento eficaz, com um sistema de registro da substância química bem como com o controle e monitoramento da qualidade do produto agrotóxico, a identificação de riscos e o diagnóstico e tratamento das intoxicações (BRASIL, 2001b; CODEX ALIMENTARIUS, 2003).

Convém ressaltar que o modelo brasileiro é bastante influenciado pelo modelo americano de monitoramento, ainda que outros modelos de monitoramento e controle de resíduos químicos em alimentos também mereçam ser analisados, face suas particularidades, como o europeu, holandês e o alemão.

Alimentos que apresentam níveis de resíduos acima do LMR estabelecido é uma indicação de que o agrotóxico foi usado inadequadamente no campo; como por exemplo, utilizando um número maior de aplicações ou colhendo o produto antes do período de carência estabelecido. A não obediência às instruções do rótulo do produto pelo agricultor ocorre muitas vezes por receio de perda da cultura ou por total falta de informação, já que grande parte da população rural tem baixa ou nenhuma escolaridade e a assistência técnica é ineficiente ou inexistente na maioria das regiões (BRASIL, 2001b e 2003d). Portanto, níveis acima do estabelecido pela legislação significa aplicação de agrotóxico em desacordo com a boa prática agrícola.

Na União Européia, os LMRs estabelecidos pelos Estados Membros para cada pesticida, nos diferentes produtos vegetais de produção interna ou importada, são

inspecionados por laboratórios especializados, dentro de Programas de Monitoramentos. Em 1993, a Comunidade Européia analisou 752 amostras de frutas e vegetais, sendo que 7% das amostras produzidas internamente estavam impróprias para o consumo, contra 14,4% das amostras importadas. Os pesticidas que mais contribuíram com essa violação foram o procimidone com resíduo de 23mg/kg em alface (LMR = 0,01mg/kg); captam com resíduo de 4,1mg/kg em morango (LMR = 3,0mg/kg) e heptenofós com resíduo de 12 mg/kg em frutas (LMR = 0,1mg/kg) (DE KOK, 1994).

Na Espanha, os pesticidas organoclorados (como iprodiona, vinclozolin, procimidona e tetradifon) e os organofosforados (clorfenvinfós e clorpirifós) foram analisados em 48 amostras de alcachofra, feijão verde, alface e tomate. Somente a iprodiona não foi detectada nas amostras e os demais pesticidas foram encontrados em 10 amostras com os níveis abaixo dos LMRs estabelecidos pelo governo espanhol (VIANA *et al.*, 1996).

O Programa Nacional de Resíduos da Austrália, conduzido no primeiro semestre de 1999, analisou 11959 amostras de 31 alimentos de origem animal e vegetal. Das 2979 amostras de grãos analisadas, 25,25% apresentaram níveis detectáveis de inseticidas organofosforados, tendo duas amostras em desacordo com os parâmetros australianos. Cerca de 12% das amostras analisadas continham resíduos de outros pesticidas, incluindo fungicidas e inseticidas piretróides. Das 221 amostras de cebola, nozes e frutas analisadas, os pesticidas foram detectados apenas em amostras de maçã e pêra, sendo que três amostras continham resíduos acima do LMR estabelecido (AUSTRÁLIA, 2000).

Nos Estados Unidos, o organismo responsável pelo estabelecimento dos limites máximos é a Environmental Protection Agency (EPA) e o responsável por monitorar os níveis de resíduos nos alimentos é a Food and Drug Administration (FDA). Os resultados obtidos no ano de 1999 em amostras de alimentos produzidas no país e importadas indicaram que cerca de 62% das 9438 amostras analisadas não continham níveis detectáveis de resíduos e cerca de 35% das amostras apresentaram resíduos abaixo do LMR estabelecido pela legislação vigente. Em média, cerca de 25% das

amostras estavam em desacordo com os parâmetros estabelecidos, seja por conter níveis de resíduos acima do LMR ou por conter pesticidas não aprovados para uso na cultura (FDA, 2002).

Segundo a AFSSA (2003), existem riscos de ocorrência tanto de resíduos de produtos autorizados como proibidos na agricultura orgânica, assim como a possibilidade de ocorrência de resíduos proibidos para a agricultura orgânica e autorizada na agricultura convencional, entretanto, existe carência desses dados.

BAKER *et al.* (2002) compararam diferenças quantitativas de resíduos de agrotóxicos entre frutas e vegetais orgânicos e convencionais. Foram compiladas mais de 94 mil amostras e utilizados dados de três programas de monitoramento dos Estados Unidos: o Pesticida Data Program of the US Department of Agriculture (PDP); o Marketplace Surveillance Program of the Califórnia Department of Pesticide Regulation (DPR) e testes privados feitos pelo Consumers Union (CU), uma organização de pesquisa independente. Os alimentos orgânicos apresentaram cerca de menos de um terço de resíduos que os alimentos convencionais e metade de resíduos do IMP/NDR. Nas convencionalmente cultivadas e nas do IMP/NDR foram encontrados mais resíduos de pesticidas do que nas amostras organicamente cultivadas. As comparações de resíduos específicos em safras específicas encontraram concentrações de resíduos em alimentos orgânicos menores que nas outras duas categorias, ao longo dos dados estabelecidos.

Segundo RÜEGG *et al.* (1991), os primeiros relatos sobre resíduos de inseticidas organoclorados nos alimentos datam da década de 1950. Um monitoramento limitado a resíduos de inseticidas organoclorados e organofosforados foi iniciado em hortícolas em 1978, no Instituto Biológico de São Paulo. Um primeiro trabalho indicou que 7% das frutas e 13% das hortaliças apresentavam resíduos não permitidos. Outros trabalhos, publicados em 1983, mostraram que 13% das frutas e 11% das hortaliças acusavam resíduos de produtos não permitidos para a cultura.

LEMES (1993) realizou, em São Paulo, um trabalho com a finalidade de gerar dados para registro do inseticida organoclorado endosulfan no Brasil. Endosulfan e seus metabólitos foram analisados em amostras de batata, tomate, laranja, mamão,

maçã, maracujá e morango, tendo resíduos em cerca de 50% das amostras e com maior frequência as culturas de tomate, morango e maçã.

A preocupação com os agrotóxicos está presente, visto os estudos de sua frequência nos alimentos expostos nos supermercados em São Paulo em 1994 e 1996 por diversos autores e apresentado por HIGASHI (2002) em seu artigo intitulado “Agrotóxicos e a Saúde Humana” (Tabelas 18 e 19). Evidencia-se um grande percentual de amostras com resíduos de agrotóxicos, o que demonstra o quanto os consumidores de hortícolas estão expostos.

TABELA 18 - RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DETECTADOS EM FRUTAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO – 1994 - 1999

Referência	Amostra	Nº de amostras	% de amostras positivas ⁽¹⁾
Ferreira <i>et. al.</i> , 1994	Várias	180	6,11
Gebara <i>et. al.</i> , 1995	Várias	147	17,6
Gebara <i>et. al.</i> , 1997	Goiaba	90	32,2
Gebara <i>et. al.</i> , 1998	Morango	100	61,0
Gebara <i>et. al.</i> , 1999	Várias	251	17,5

FONTE: HIGASHI (2002)

NOTA: (1) Inseticidas organofosforados, inseticidas organoclorados e fungicidas orgânicos

TABELA 19 - RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DETECTADOS EM HORTÍCOLAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO – 1996 - 1999

Referência	Amostra	Nº de amostras	% de amostras positivas ⁽¹⁾
Gebara <i>et. al.</i> , 1996	Hortaliças em geral	72	63,9
Gebara <i>et. al.</i> , 1997	Hortaliças em geral	68	29,4
Takata <i>et. al.</i> 1997	Tomate	52	36,5
Ciscato <i>et. al.</i> , 1999	Hortaliças em geral	1976	44,3

FONTE: HIGASHI (2002)

NOTA: (1) Inseticidas organofosforados, inseticidas organoclorados e fungicidas orgânicos

Para evitar fraudes em relação às amostras de alimentos orgânicos, no Brasil, visto que a falsa denominação desses produtos pode ser considerada uma fraude, podendo resultar na perda da certificação. Para o consumidor as razões pouco importam. Embora tais incidentes sejam raros, a comunidade orgânica, particularmente agentes de certificação e agências governamentais, precisam desenvolver procedimentos efetivos para investigação e correção, mesmo quando isolados, de incidentes de altos níveis de resíduos

Ainda que em nível regional tenham sido desenvolvidos programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em produtos agrícolas, apenas em junho de 2001, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde implementou o primeiro programa nacional de monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos **(PARA)** (BRASIL, 2003c). Naquele período foram analisadas 1278 amostras (batata, cenoura, tomate, morango, laranja e mamão) coletadas em supermercados de Recife, São Paulo, Belo Horizonte e Curitiba, das quais 81,2% apresentaram algum resíduo de agrotóxico. Desse total, 233 (22,17%) apresentaram irregularidade, com resíduos acima do LMR permitido pela legislação vigente. O mais grave é que entre as 233 amostras irregulares, 74 continham resíduos de agrotóxicos não autorizados para as respectivas culturas, devido ao seu alto grau de toxicidade, como os clorados (em mamão e tomate), endosulfam (morango), dieldrin (tomate).

Segundo ZANDONÁ e ZAPPIA (1993), a contaminação dos alimentos pode ser associada às seguintes causas: processamento industrial das matérias-primas, tratamento dos estoques durante o armazenamento, aplicação indiscriminada de agrotóxicos em todas as fases do cultivo, a não observação do período de carência e a utilização de misturas de ingredientes ativos muitas vezes utilizadas em dosagens excessivas e não recomendadas.

Neste sentido, vários estudos têm indicado o monitoramento de produtos alimentícios produzidos e/ou comercializados no Estado do Paraná, assim como da presença de resíduos de agrotóxicos em 70% das águas de abastecimento tratadas e oferecidas para a população (MEDEIROS *et al.*, 1984; PARANÁ, 1992; ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; PARANÁ, 2003).

Em relação aos produtos agrícolas, em 1976, houve um levantamento do uso de agrotóxicos em hortaliças produzidas na região de Morretes, que abastecia parte da RMC. Foi constatado o uso inadequado de agrotóxicos, sendo os mesmos considerados de alto risco, tanto para os produtores quanto para os consumidores (COFFANI *et al.*, 1987). Diante da gravidade do quadro de degradação do solo e de contaminação da água, dos produtores e consumidores, a população se mobilizou e, com o auxílio de órgãos do governo e associações, implantou o sistema de cultivo

orgânico em suas propriedades, com resultados bastante promissores. As principais culturas de conversão foram: gengibre, maracujá, banana e as olerícolas.

Entre 1987 e 1992, 523 amostras de hortaliças foram monitoradas pela SESA-PR, tendo 155 apresentado resíduos, correspondendo a 29,63% de amostras contaminadas. Das 27 culturas que apresentaram algum tipo de resíduo, observou-se a contaminação por produtos organoclorados em 24 delas. Proibidos no País, também verificou-se várias irregularidades quanto ao uso de agrotóxicos, como a presença do princípio ativo carbofuram, sem registro de uso para as culturas da melancia e do metalaxil em maçã; como quantidade acima do LMR para o princípio ativo pirazofós, na cultura da vagem, e para o metamidofós, na cultura do tomate (ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993).

Das 485 amostras de hortícolas monitoradas pela SESA-PR entre 1993 e 1999, 111 delas (22,89%) apresentaram-se com resíduos, sendo 96 dentro do LMR estabelecido pela legislação vigente e 17 acima do LMR, ou seja, impróprios para o consumo (STERTZ, SCUCATO, BELGER, 2000).

Quinze tipos de hortícolas foram coletados pela SESA-PR, junto ao CEASA, supermercados e propriedades rurais no ano de 2000. Analisou-se a presença de resíduos de organoclorados, organofosforados, carbamatos, benzimidazóis e ditiocarbamatos. das 117 amostras de hortícolas analisadas, 38 (32,48%) apresentaram resíduos, sendo 35 abaixo do LMR, uma acima do LMR estabelecido para o princípio ativo Maneb em morango e duas UNP (uso não permitido), estabelecido para o princípio ativo clorotalonil em morango e dicofol em tomate considerados violações por não possuírem registro de uso para estas culturas.

No Brasil, são raros os estudos que analisam resíduos de agrotóxicos em alimentos orgânicos. No Paraná, STERTZ e SCUCATO (2001) realizaram um estudo em diversas amostras de hortícolas orgânicas (abóbora, alface, batata, batata-salsa, berinjela, beterraba, caqui, cenoura, couve, couve-flor, morango, pepino, pimentão, rabanete, repolho e tomate), pela Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba, junto a associações de produtores orgânicos e supermercados, indicando ausência de resíduos de organoclorados, organofosforados, piretróides, carbamatos, benzimidazóis

ou ditiocarbamatos, para os princípios ativos pesquisados. Apesar do pequeno número de amostras analisadas, os resultados foram um indicativo à superioridade do sistema de cultivo orgânico sobre o convencional, em relação à presença de agrotóxicos.

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, no Estado do Paraná, coletou e analisou, no período de junho de 2001 a junho de 2002, um total de 407 amostras de hortícolas (alface, banana, batata, cenoura, laranja, maçã, mamão, morango e tomate) oriundas da produção agrícola paranaense e de outros estados da federação. Do total de 225 amostras, cujos resultados foram positivos quanto à presença de resíduos de agrotóxicos, 118 (55,4%) apresentaram alguma irregularidade, como a presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados para a cultura em 65 (55%) amostras e limites de resíduos acima dos permitidos pela legislação vigente em 53 (45%) amostras (PARANÁ, 2003).

Uma lacuna importante que deve ser preenchida pela pesquisa é a da análise de resíduos de produtos naturais, permitida pela agricultura orgânica. Segundo BAKER *et al.* (2002), esses produtos naturais (inseticidas e fungicidas à base de rotenona, piretro, enxofre e cobre) utilizados para o combate de pragas e doenças tendem a se degradar rapidamente no meio ambiente, porém devem ser usados em ocasiões especiais com a supervisão das certificadoras. Os mesmos autores constataram que não há nenhuma evidência objetiva de que estes resíduos ofereçam perigo de contaminação aos consumidores. Entretanto, é preciso que estes elementos também sejam avaliados em testes de resíduos.

2.5 PRODUÇÃO E CONSUMO DE AGROTÓXICOS

A aplicação maciça de insumos químicos determinou vários danos ao meio ambiente, tais como desequilíbrio entre espécies animais e vegetais ecologicamente estáveis (deflorestamento e diminuição da biodiversidade), dependência tecnológica de

sementes híbridas e produtos químicos (agrotóxicos e fertilizantes) e sérios danos à saúde humana pelo uso dos agrotóxicos, além de problemas de ordem econômica e social estão apresentados no Capítulo 1 (p. 11 a 17).

O uso de agrotóxicos na agricultura vem aumentando sistematicamente no Brasil e no mundo, assim com também aumentam os gastos com o seu emprego.

Mundialmente, a produção e o consumo de agrotóxicos tem crescido, ainda que em níveis distintos, passando de 0,13 milhão de ton em 1945, 1,8 milhões em 1975 e 3,0 milhões em 1985. O consumo mundial de pesticidas por agricultores foi avaliado em 20 trilhões de dólares. Só na União Européia são utilizadas mais de 300 mil ton. O menor consumo, em termos mundiais, localiza-se nos países subdesenvolvidos, que representam 49% da população mundial e 46% da área total cultivada (GARCIA, 2001).

As culturas que podem determinar maior potencial de exposição são os cereais e as hortaliças. Entretanto, o grau de exposição e os possíveis efeitos, no plano individual, também são definidos por diversos outros fatores, em especial pelas condições de uso e o tipo de produto empregado. No sistema de cultivo convencional, as hortícolas são responsáveis pela utilização de 10% dos inseticidas e 25% dos fungicidas no Brasil. Entre as hortícolas, as culturas de batata e de tomate são as que mais utilizam agrotóxicos, por ha. Entre os inseticidas mais utilizados nas hortícolas, destacam-se os organofosforados, formicidas e carbamatos e entre os fungicidas, destacam-se os cúpricos, os ditiocarbamatos e os sulfurados (GARCIA, 2001).

Apesar do aumento do número de intoxicações, o faturamento no setor de vendas de agrotóxicos no Brasil sinaliza que o consumo continua em alta (Tabela 20), demonstrando um crescimento em torno de 133% entre os anos de 1989 a 2001, não sendo constatado, contudo, uma redução nas perdas atribuídas a pragas e doenças no mesmo período (GARCIA, 2001; SINDAG, 2004).

TABELA 20 - VENDAS (US\$) POR CATEGORIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NOS MEIOS DE PRODUÇÃO, BRASIL - 1989 – 2001

ANO	CATEGORIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS					
	INSETICIDAS	ACARICIDAS	FUNGICIDAS	HERBICIDAS	OUTROS	TOTAL MilhõesUS\$

1989	235	92	147	508	nd	982
1990	273	93	171	547	nd	1.084
1991	231	56	147	534	20	988
1992	195	64	145	516	28	948
1993	196	74	166	589	25	1.051
1994	300	91	211	776	26	1.404
1995	339	100	227	835	35	1.536
1996	376	92	276	1.005	43	1.793
1997	466	87	357	1.215	58	2.183
1998	583	114	428	1.367	68	2.560
1999	596	79	422	1.176	56	2.329
2000	690	66	380	1.301	64	2.501
2001	631	66	363	1.143	85	2.288

FONTE: SINDAG, 2004

Vários fatores têm contribuído para o aumento no consumo destes produtos. Um deles é a falta de informação básica por parte dos agricultores, além da utilização de equipamentos obsoletos, que têm levado grande parte dos trabalhadores rurais a pulverizar mais agrotóxico do que o necessário. Como consequência, os casos de intoxicação e óbitos por ingestão e/ou inalação desses produtos têm crescido assustadoramente nos últimos 20 anos (SINDAG, 2004).

Segundo SPADOTTO (2003) em 2000, o consumo de **herbicidas** no Brasil foi de cerca de 174 mil ton de produtos formulados comerciais, cuja quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), representou mais de 81 mil ton. Quanto ao consumo de herbicidas por unidade de área cultivada, a média geral no Brasil foi de 3,8 kg p.c./ha, em 2000. O consumo desses produtos difere nas várias regiões do País, onde se misturam atividades agrícolas intensivas e tradicionais, sendo que nestas últimas não incorporaram o uso intensivo de produtos químicos.

Em termos de quantidade total de **ingredientes-ativos**, as culturas agrícolas brasileiras nas quais mais se utilizam herbicidas são: soja, milho, cana-de-açúcar, café e arroz irrigado. Pela elevada quantidade total usada desses produtos, algumas culturas merecem atenção por ocuparem extensas áreas no Brasil, como é o caso da soja, do milho e da cana-de-açúcar, em cujas áreas foram cultivadas, respectivamente,

de 13,6; 11,6 e 4,9 milhões de has em 2000. De modo que além dessas culturas apresentam-se como fontes potenciais de contaminação pelo uso de herbicidas com uma grande amplitude espacial (SPADOTTO, 2003).

Segundo dados fornecidos pelo Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas (SINDAG), em 2001, o Brasil consumiu 328.413 ton de produtos formulados, correspondendo a 151.523 ton de ingredientes ativos. Dessa forma, considerando-se o consumo em dez países que representam 70% do mercado mundial de agrotóxicos, o Brasil aparece em 7º lugar no *ranking*. O emprego de agrotóxicos nos Estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais representa atualmente 50% do total no País (SINDAG, 2004).

Em 1997 o Paraná foi o segundo estado brasileiro em volume de vendas de agrotóxicos (SINDAG, 2004). Casos de intoxicações por agrotóxicos têm sido relatados no Estado, principalmente entre pessoas que os manipulam (Secretaria da Saúde do Paraná). A presença de resíduos de agrotóxicos na água, no solo e em alimentos é revelada por estudos realizados pela Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – SUREHMA e pela Secretaria de Saúde do Estado do Paraná (MEDEIROS *et al.*, 1984; ZANDONÁ e ZAPPÍA, 1993).

Na RMC, a comercialização de agrotóxicos concentra-se em Curitiba, Colombo, Almirante Tamandaré, Araucária, Contenda, São José dos Pinhais e Mandirituba; municípios onde é mais expressiva a produção de hortaliças e batata. Tal comércio é constituído por pequenos comerciantes agrícolas e cooperativas. Na unidade do Ceasa em Curitiba, localizam-se alguns comerciantes expressivos e tal prática é regulamentada por lei. Além dos agrotóxicos utilizados no controle de pragas e doenças, tem crescido na região o uso de herbicidas. Constatam-se problemas sérios na condução da cultura no tocante à exposição dos trabalhadores aos produtos tóxicos, não observância dos períodos de carência, aplicação excessiva de produtos, despreocupação com a lavagem dos equipamentos e a reciclagem dos vasilhames e o desconhecimento técnico dos produtos e das melhores práticas na sua aplicação (NAZARENO *et al.*, 1995 *apud* COSTA, 2003).

Convém salientar que em geral, a agricultura orgânica produz alimentos sem o uso de químicos sintéticos. Alguns fazendeiros de frutas e hortaliças orgânicos, especialmente os de produtores em larga escala, rotineiramente aplicam certos pesticidas naturais derivados de fontes botânicas e minerais, e preparações biológicas como as que contêm o inseticida microbiológico *Bacillus thuringiensis* (WALZ e SCOWCROFT, 2000 e OMRI, 2001).

2.6 MÉTODOS ANALÍTICOS PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS

O monitoramento é imprescindível para avaliar a qualidade dos alimentos consumidos pela população, além de proporcionar uma avaliação quanto ao uso inadequado dos agrotóxicos, caracterizar a fonte de contaminação e fornecer dados para permitir que medidas preventivas e de controle possam ser efetuadas, antes que a contaminação se torne um perigo para a saúde do ser humano ou que cause grandes perdas econômicas no comércio nacional ou internacional (DE KOK, 1994; AUSTRALIA; 2000; BRASIL, 2001b; FDA, 2002). Para que seja exeqüível, há a necessidade da padronização de testes de pesquisa e análise dos diversos agrotóxicos.

Nos Estados Unidos, a Food and Drug Administrations (FDA) testa lotes individuais de alimentos nacionalmente produzidos e importados, analisando-os quanto a resíduos de agrotóxicos e de acordo com as tolerâncias delimitadas pelo EPA (Agência de Proteção ao Meio Ambiente). A ênfase comercial recai sobre produtos agrícolas crus, os quais são analisados sob tal apresentação, sem lavagem e integral (com a casca), embora alimentos processados também estejam incluídos. Para analisar grande número de amostras, cuja história de tratamento com agrotóxicos seja desconhecida, a FDA utiliza métodos analíticos capazes de determinar simultaneamente grande número de resíduos de agrotóxicos. Os métodos multirresiduais (MRM) podem determinar cerca da metade dos quase 400 agrotóxicos permitidos pela EPA e de muitos outros. Este método pode também detectar muitos metabólitos, impurezas e alterações do agrotóxico no produto. Frequentemente são

utilizados para o cumprimento da legislação vigente nos programas de monitoramento (FDA, 2002).

Métodos simplificados para resíduos (SRM) ou seletivos (MRM) também são usados para determinar alguns resíduos de agrotóxicos em alimentos. Um SRM geralmente determina um agrotóxico e o MRM determina número relativamente pequeno de agrotóxicos quimicamente relacionados. O método SRM tem geralmente mais recursos e, portanto, custo muito maior que os MRM.

Para a maioria dos métodos, a análise está estruturada em três etapas fundamentais: extração, purificação e determinação do analito.

Na década de 1960 vários modelos analíticos foram propostos para a determinação de resíduos de pesticidas em alimentos (AMBRUS *et al.*, 1986). Naquela época já era possível determinar e quantificar por cromatografia gasosa alguns pesticidas organoclorados, organofosforados e organonitrogenados, utilizando os primeiros métodos multirresíduos (LUCKE *et al.*, 1975; AMBRUS *et al.* 1986). Um método para a análise de múltiplos pesticidas em diversas matrizes foi proposto por DE KOK (1996), que utiliza uma mistura de acetona, éter de petróleo e diclorometano para extrair cerca de 300 pesticidas. A etapa de *clean up* foi realizada apenas para os pesticidas que posteriormente seriam analisados por CG com detector de captura de elétrons.

Apesar da grande maioria de pesticidas ser analisada por métodos multirresíduos, alguns compostos ou classes de compostos necessitam de métodos singulares. Um exemplo são os fungicidas ditiocarbamatos que, devido às suas complexas propriedades físicas e químicas, incluindo a baixa volatilidade, insolubilidade na maioria dos solventes e formação de complexos metálicos estáveis (IRTH, 1986), necessitam de métodos específicos. São, na maioria das vezes, determinados em conjunto e expressos como CS₂, utilizando espectrofotometria gasosa ou determinados individualmente por CLAE.

Os limites mais baixos da FDA para determinação de resíduo de um agrotóxico específico é bem abaixo dos níveis de tolerância, os quais geralmente variam de 0,1 a 50 ppm. Resíduos presentes a 0,01 ppm ou acima são geralmente detectados.

Contudo, para agrotóxicos individuais, este limite pode variar de 0,005 a 1 ppm. O termo "traço" ou "ILD" (inferior ao limite de detecção) pode ser usado para indicar resíduos detectados, mas em níveis abaixo do limite de quantificação (LQ) (FDA, 2002).

No Brasil, os fungicidas **ditiocarbamatos** constituem um dos principais produtos utilizados na agricultura, em especial nas hortícolas. Embora apresentem baixa toxicidade para os mamíferos, são aplicados em altas doses e em grande variedade de culturas, tornando necessário controlar seus níveis residuais nos alimentos. Nos últimos dez anos, esses pesticidas têm recebido uma atenção especial devido aos riscos associados ao produto de degradação e metabólito dos ditiocarbamatos, a etilenotiouréia 2-imidazolidinethione (ETU). Os possíveis efeitos tóxicos da ETU são: convulsão, diarreia e insuficiência renal aguda. Vários casos de teratogenia, oncogenia, tumorigenia e neurotoxicidade tem sido relatados após aplicação de ditiocarbamatos em animais de laboratório. Adicionalmente, alimentos tratados com os fungicidas ditiocarbamatos quando processados ou cozidos, podem favorecer as reações de decomposição dos seus resíduos em ETU (WHO, 1994; BRASIL, 2004a).

Os ditiocarbamatos podem ser determinados por várias técnicas analíticas, como a cromatografia em papel, cromatografia em camada delgada, polarografia, cromatografia gás-líquido, cromatografia a líquido de alta eficiência, espectrofotometria e cromatografia em fase gasosa com detector de captura de elétrons (ECD), ou detector fotométrico de chama (FPD-S). Entretanto, a técnica mais utilizada é a quantificação do gás dissulfeto de carbono (CS_2), liberado da hidrólise ácida dos etilenobisditiocarbamatos (EBDC). Esse gás é recolhido em reagente cromóforo (dietanolamina) e lido em espectrofotômetro a 435 nm (PELEGRI *et al.*, 1991; HILL, 1992; VUICK *et al.*, 1992; LO *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 1999; VAN LISHAUT e SCHWACK, 2000).

Prática comum no processo da agricultura orgânica é a utilização de caldas bordalesa (cal virgem e sulfato de cobre) e sulfocálcica (cal virgem e enxofre em pó) para controle fitossanitário de agentes prejudiciais as hortícolas. Tais misturas são ricas em enxofre (S), podendo gerar CS_2 sob as condições de redução empregadas no método analítico e apresentar resultados considerados "falso-positivo". BAHIA FILHO *et*

a/. (2001) recomendam para a comprovação da presença de Mancozeb em frutas (como laranja, mamão e melão) a realização de análise complementar dos teores de manganês e zinco na amostra e obtenção de proporção fixa dos elementos via razão das respostas.

A utilização de métodos específicos para cada composto enquadrado na classe dos ditiocarbamatos é válida, quando se conhece o produto que foi usado no campo. Porém, são impróprios para as análises de monitoramento dos resíduos dos ditiocarbamatos em alimentos, já que, nesse caso, o composto é desconhecido. Dessa maneira, a determinação dos ditiocarbamatos como CS₂ ainda representa o método mais utilizado em hortaliças. É aceito internacionalmente em estudos de monitoramento e também para estabelecer os LMR do Codex *Alimentarius* e da Comunidade Européia. O método mais empregado em hortícolas inclui a conversão de todos os resíduos de ditiocarbamatos para dissulfeto de carbono (CS₂); isto é, permite a determinação de resíduos totais de ditiocarbamatos, mas não a identificação do agrotóxico aplicado pelo agricultor (CODEX ALIMENTARIUS, 2003; CCE, 2002; BRASIL, 2004a).

A Legislação Brasileira, a partir de 29 de agosto de 2003 (RE 165/2003 ANVISA), estabeleceu limites máximos de resíduos (LMR) para o CS₂, correspondente ao ingrediente ativo pesquisado na respectiva cultura em estudo de campo, o qual é utilizado para fins de registro de agrotóxicos (BRASIL, 2004a).

2.7 OBJETIVOS

2.7.1 Objetivo geral:

Avaliar a qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas, produzidas e/ou comercializadas na Região Metropolitana de Curitiba em relação aos resíduos de agrotóxicos.

2.7.2 Objetivos específicos:

- a) Identificar e comparar a presença de resíduos de agrotóxicos em hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na RMC.
- b) Verificar se os teores de resíduos de agrotóxicos excedem os Limites Máximos de Resíduos (LMR) autorizados pela legislação em vigor.
- c) Verificar a presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados pela legislação em vigor (UNP).
- d) Verificar se existe interação entre a presença de resíduos tóxicos (concentração e número de princípios ativos) nos alimentos analisados e a qualidade nutritiva dos mesmos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Amostras, coleta e armazenamento

Entre vários tipos de hortícolas/culturas produzidas e/ou comercializadas na RMC foram selecionadas: agrião d'água, cv. Folha Larga (*Nasturtium officinale* R. Be., Brassicaceae), alface crespa, cv. Verônica (*Lactuca sativa* L., Compositaceae), batata, cv. Mona Lisa (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae), cenoura, cv. Brasília (*Daucus carota* L., Umbelliferae), couve-flor, cv. Terezópolis (*Brassica oleracea* L., Cruciferae), espinafre, cv. Nova Zelândia (*Tetragonia tetragonoides* (Pall.) O. Kuntze (T. expansa),

Aizoaceae), morango, cv. Tundlas e Camarosa (*Fragaria ananassa* Duch., Rosaceae), pepino caipira, cv. Prima pax (*Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae), tomate cereja, cv. Cindy (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray., Solanaceae) e tomate tipo salada, cv. Caqui ou Carmen (*Lycopersicum esculentum* var. *L.*, Solanaceae).

A seleção das amostras baseou-se nos critérios: culturas convencionais com maiores índices de contaminação com agrotóxicos em monitoramentos efetuados pela SESA-PR, no período de 1982 a 2000; e culturas convencionais, orgânicas e hidropônicas mais comercializadas na RMC (ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; HAMERSCHIMIDT, 1997; STERTZ, SCUCATO e BELGER, 2000; DAROLT, 2000; SCUCATO, YOSHIYARA e STERTZ, 2001).

No período de abril/2001 a janeiro/2002, foram coletadas 141 amostras de hortícolas (62 convencionais, 62 orgânicas e 17 hidropônicas), adquiridas em supermercados, feiras, CEASA-PR, associações de produtores (AOPA, APAC) e diretamente com produtores, em estágio de maturação comercial, de acordo com os Procedimentos de Retirada de Amostras, ANEXO V, ANVISA (CCE, 2002; BRASIL, 2001c).

As amostras foram oriundas de 18 municípios (Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Campo Largo, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Morretes, Piraquara, Quitandinha, Rio Branco do Sul, São José dos Pinhais, União da Vitória e Tijucas do Sul).

As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno, transportadas em caixas de isopor com gelo, devidamente rotuladas e levadas ao laboratório para análises. Em seguida, foram trituradas em processador de alimentos em baixa rotação (3.000 rpm) por dois minutos, congeladas em potes de plástico com boca larga, fechados com tampas também de plástico, e armazenadas em congelador a $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até o momento da análise.

3.1.2 Reagentes e equipamentos

Os reagentes foram grau pesticida (Mallinckrodt) e padrões (Fluka), utilizando-se processador de alimentos (Wallita Mega Master Pro), balão com três bocas esmerilhadas com 500 ml de capacidade, equipamento para evolução do CS₂ com duas armadilhas, banho ultratermostático a 15°C (Tecnal – mod TE-184), espectrofotômetro (Milton Roy – mod. Spectronic Genesys 5), HPLC (marca HP, modelo HP 1100 com detector de UV), CG Massav (marca HP, modelo HP 5890 com detector de ECD e NPD).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Análise de resíduos de agrotóxicos

Os teores de **multiresíduos** foram quantificados por varredura em cromatografia gasosa, para os grupos químicos **organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides**, sendo pesquisadas as moléculas Aldrin, Alfa-BHC, Beta-BHC, Bifemox, Clorotalonil, Deltametrina, Dieldrin, Endossulfan I, Endossulfan II, Endossulfan sulfato, Endrin, Endrin aldeído, Fenarimol, Heptacloro, Heptacloro epóxido, Imidan, Iprodione, Lindane, Metolaclor, Metoxicloro, o,p'Diclofol, p,p'Dicofol, Propiconazole, Trifuralina, Vinclozolin, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, Clorfenvinfós, Clorpirifós, Cumafós, Demeton, Diazinon, Diclorvós, Dimetoato, Dissulfoton, Etion, Etoprofós, Fenclorfós, Fenitrothion, Fention, Forato, Fosfamidon, Metamidofós, Metidation, Mevinfós, Naled, Paration metílico, Pirazofós, Pirimifós metílico, Tocution, Triazofós, Tricloronato, Carbofuran, Carbaril, Methiocarb, Permetrina e Monocrotofós. Também foram determinados os teores de **ditiocarbamatos** por quantificação do dissulfeto de carbono (CS₂) por espectrofotometria e **benzimidazóis**, para os princípios ativos Carbendazim (methyl benzimidazol -2- ylcabamate), Benomil [1- (butylcarbamoil) benzimidazol -2- ylcabamate]] e Tiofanato metílico [dimethyl 4,4' – (o-phenylene) bis (3-thioallophanato)], por cromatografia líquida (KEPPEL, 1971; CDFA, 1999 a e 1999 b).

Para os ditiocarbamatos, as concentrações de cada ingrediente ativo (i.a./kg de amostra) em mg foram obtidas pela multiplicação da concentração de CS₂ por fatores de conversão para cada i.a.: Ferban (1,8243), Mancozeb (1,776), Maneb (1,7431), Metiran (1,7883), Propineb (1,9041), Tiran (1,578), Zineb (1,8114) e Ziran (2,0092) (KEPPEL, 1971) e analisadas de acordo com as Monografias de Produtos Agrotóxicos (BRASIL, 2002).

3.2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa MSOFFICE MICROSOFT EXCEL (MICROSOFT, 1997) para o cálculo das médias, desvio padrão e coeficiente de variância. Com o auxílio do programa MINITAB (1998), os dados foram submetidos à análise de variância e teste F para verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de cultivo avaliados. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey para identificar as diferenças entre os tratamentos (orgânico, convencional e hidropônico).

De acordo com COSTA NETO (1997), FARIAS, SOARES e CÉSAR (2003) e MONTGOMERY e RUNGER (2003) foram efetuados testes do coeficiente de correlação "r" entre a ocorrência de resíduos de agrotóxicos nas amostras e o conteúdo de nutrientes nas mesmas.

A descrição dos programas utilizados estão apresentados no APÊNDICE 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS CONVENCIONAIS, ORGÂNICAS E HIDROPÔNICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Os agrotóxicos mais utilizados na RMC têm variado no decorrer dos anos. No caso das hortícolas, o presente trabalho apresentou indicação do emprego de inseticidas do grupo químico dos organoclorados e organofosforados (clorotalonil, metalocloro, monocrotofós, clorpirifós, metamidofós, propiconazol e parationa metílica), dos benzimidazóis (carbendazim) e dos ditiocarbamatos (manebe, mancozebe, propinebe e ziran), os quais apresentam LMR variados para cada tipo de cultura e riscos à saúde, uma vez que a maioria deles atua sobre o sistema nervoso central.

Entre as hortícolas, o agrião, a alface, a cenoura, a couve-flor e o espinafre foram as que apresentaram maior risco ao consumo, conforme mostra a Tabela 21, a qual apresenta o número e o percentual das amostras analisadas em relação aos limites máximos de resíduos de agrotóxicos permitidos pela legislação brasileira (Brasil, 2002). Essa tabela também compara os três diferentes sistemas de cultivos e diferentes hortícolas, entre si. Os resultados obtidos demonstram que as hortícolas cultivadas pelo sistema de produção orgânico, convencional e hidropônico apresentaram, respectivamente, 9,68%, 33,87% e 41,18% de suas amostras com algum tipo de resíduo de agrotóxicos (Tabela 21 e Figura 23).

Em relação à **freqüência** de algum tipo de resíduo de agrotóxico nas amostras de hortícolas analisadas, pode-se afirmar que: **orgânicos < convencional < hidropônicos**, existindo diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas analisados.

Estes resultados são compatíveis com estudos apresentados por BAKER *et al.* (2002) que identificaram diferenças quantitativas de resíduos de agrotóxicos entre frutas e vegetais organicamente cultivados e não-orgânicos (convencionais e INP/NDR - manutenção integrada de pragas, cultivados sem resíduos detectáveis). Os alimentos orgânicos apresentavam em torno de um terço de resíduos a menos que os alimentos convencionais, comportamento similar às do presente estudo.

TABELA 21 – OCORRÊNCIA DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS NA RMC – 2001-2002

HORTÍCOLAS	AMOSTRAS								
	Analisadas	Com resíduos							
		Total		≤LMR ⁽²⁾		>LMR		UNP ⁽³⁾	
		n ⁽¹⁾		n	%	n	%	n	%
Convencional	62	21	33,87	17	27,42	4	6,45	9	14,52
Agrião	6	1	16,67	0	0,00	0	0,00	1	16,67
Alface	6	2	33,33	2	33,33	2	33,33	0	0,00
Batata	6	1	16,67	0	0,00	1	16,67	0	0,00
Cenoura	6	3	50,00	2	33,33	0	0,00	2	33,33
Couve-flor	6	5	83,33	4	66,67	0	0,00	1	16,67
Espinafre	7	4	57,14	1	14,29	0	0,00	4	57,14
Morango	7	2	28,57	0	0,00	1	14,29	1	14,29
Pepino	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Tomate cereja	6	1	16,67	1	16,67	0	0,00	0	0,00
Tomate salada	6	2	33,33	2	33,33	0	0,00	0	0,00
Orgânico	62	6	9,68	4	6,45	0	0,00	3	4,84
Agrião	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Alface	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Batata	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cenoura	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Couve-flor	7	2	28,57	2	28,57	0	0,00	0	0,00
Espinafre	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Morango	6	1	16,67	0	0,00	0	0,00	1	16,67
Pepino	6	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Tomate cereja	6	2	33,33	2	33,33	0	0,00	1	16,67
Tomate salada	7	1	14,29	0	0,00	0	0,00	1	14,29
Hidropônico	17	7	41,18	5	29,41	5	29,41	3	17,65
Agrião	6	2	33,33	0	0,00	0	0,00	2	33,33
Alface	6	4	66,67	4	66,67	4	66,67	1	16,67
Tomate cereja	3	1	33,33	0	0,00	1	33,33	0	0,00
Tomate salada	2	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	141	34	24,11	26	18,43	9	6,38	15	10,64

NOTA: (1) n= nº de amostras analisadas.

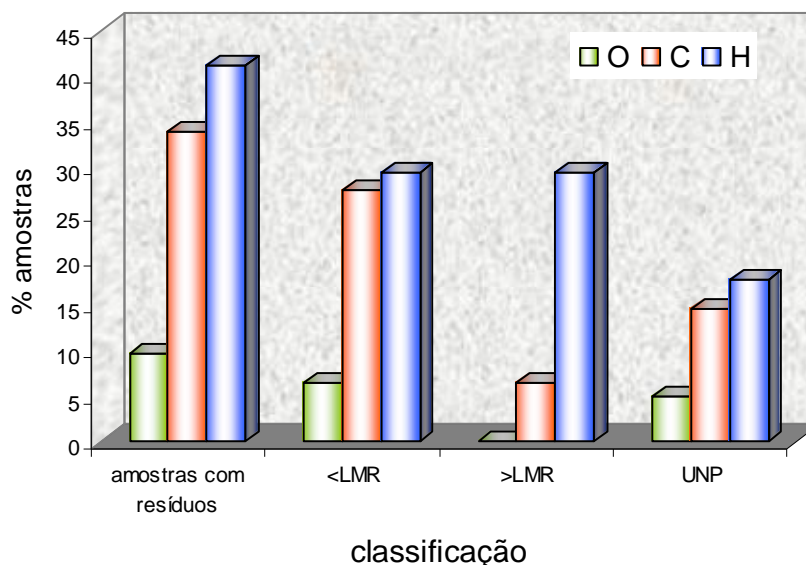
(2) LMR= Limite Máximo de Resíduos

(3) UNP= Uso Não Permitido

O fato de se encontrar resíduos de pesticidas em alimentos orgânicos tem sido relatado. Tanto a Bio-Gro Nova Zelândia como a maioria das agências certificadoras de alimentos orgânicos daquele país reconhecem que alguns tipos de resíduos de agrotóxicos podem estar presente no ambiente, particularmente os organofosforados e os organoclorados mais persistentes, motivo pelo qual essas certificadoras não atestam

que os produtos orgânicos são totalmente isentos de resíduos (BOURN e PRESCOTT, 2002; AFSSA, 2003).

FIGURA 23 - PORCENTAGEM (%) DE HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS COM RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS SEGUNDO A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA, RMC - 2001 – 2002



NOTA: O = orgânico; C = convencional; H = hidropônico; LMR = Limite Máximo de Resíduos; UNP = Uso Não Permitido

Conforme apresentado nas Tabelas 21 e 22 e Figura 23, os resíduos quando presentes nas amostras de alimentos orgânicos apresentaram **níveis** mais baixos que nos não - orgânicos, pois variaram de 0,41 mg/kg para os orgânicos, 0,85 mg/kg para os convencionais e 2,20 mg/kg para os hidropônicos.

Quanto aos níveis (concentração em mg/kg) de resíduos de agrotóxicos, pode-se afirmar que: **orgânicos < convencional < hidropônicos**, existindo diferença estatística significativa entre si no nível de 5%.

As amostras de hortícolas dos sistemas de cultivo analisadas apresentaram a seguinte relação: **orgânico 2x < convencional 2,5x < hidropônico 5x > orgânico**.

TABELA 22 - RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS, EM RELAÇÃO AOS PRINCÍPIOS ATIVOS DETECTADOS, NA RMC – 2001-2002

Hortícolas	Amostras analisadas/ nome científico	Amostras c/resíduos	PA ⁽¹⁾ Detectado	Conc. (mg/kg)	LMR ⁽²⁾ (mg/kg)	UNP ⁽³⁾
Convencional	62	21- 33,87%	33	0,85		11
Agrião	<i>Nasturtium officinale</i> R. Be.		Clorotalonil	0,11		X
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.		Manebe	2,10	10,00	
			Propinebe	2,29	1,00	
Alface			Manebe	1,78	10,00	
			Propinebe	1,95	1,00	
Batata	<i>Solanum tuberosum</i> L.		Monocrotofós	0,13	0,05	
Cenoura	<i>Daucus carota</i> L.		Clorotalonil	0,04	0,5	
Cenoura			Clorotalonil	0,07	0,5	
			Metolacoro	0,17		X
Cenoura			Metolacoro	0,25		X
Couve-flor	<i>Brassica oleracea</i> L.		Metolacoro	0,24		X
Couve-flor			Mancozebe	0,60	1,00	
Couve-flor			Mancozebe	0,60	1,00	
Couve-flor			Mancozebe	0,56	1,00	
Couve-flor			Mancozebe	0,56	1,00	
Espinafre	<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) O. Kuntze (T. expansa)		Clorotalonil	0,04		X
Espinafre			Clorotalonil	0,08		X
			Propiconazol	0,09		X
			Manebe	1,18	10,00	
Espinafre			Clorotalonil	1,03		X
			Propiconazol	0,09		X
Espinafre			Monocrotofós	1,09		X
Morango	<i>Fragaria x ananassa</i>		Manebe	1,56	1,00	
Morango			Metolacoro	0,50		X
Tomate salada	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. L.		Mancozebe	1,08	3,00	
			Manebe	1,06	2,00	
			Propinebe	1,16	2,00	
			Ziran	1,22	3,00	
Tomate salada	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. L.		Metamidofós	0,50	0,5	
Tomate cereja	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>cerasiforme</i>		Mancozebe	1,41	3,00	
			Manebe	1,39	2,00	
			Propinebe	1,51	2,00	
			Ziran	1,6	3,0	

Continua...

...Conclusão

Hortícolas	Amostras analisadas/ nome científico	Amostras c/resíduos	PA ⁽¹⁾ Detectado	Conc. (mg/kg)	LMR ⁽²⁾ (mg/kg)	UNP ⁽³⁾
Orgânico	62	6- 9,68%	8	0,41		4
Couve-flor	<i>Brassica oleracea</i>		Mancozebe	0,60	1,00	
Couve-flor			Mancozebe	1,00	1,00	
Morango	<i>Fragaria x ananassa</i>		Clorotalonil	0,06		X
			Metolacoloro	0,45		X
Tomate salada	<i>Licopersicon esculentun var. L.</i>		Carbendazin	0,34		X
Tomate cereja	<i>Licopersicon esculentun var. cerasiforme</i>		Clorotalonil	0,11	1,0	
			Metolacoloro	0,64		X
Tomate cereja			Clorpirifós	0,10	0,5	
Hidropônico	17	7- 41,18%	15	2,20		3
Agrião	<i>Nasturtium officinale</i> R. Be.		Parationa	0,08		X
			Metílica			
Agrião			Monocrotofós	1,70		X
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.		Manebe	2,63	10,00	
			Propinebe	2,88	1,00	
Alface			Clorotalonil	0,04		X
			Manebe	1,62	10,00	
			Propinebe	1,77	1,00	
Alface			Manebe	4,94	10,00	
			Propinebe	5,39	1,00	
Alface			Manebe	0,96	10,00	
			Propinebe	1,05	1,00	
Tomate cereja	<i>Licopersicon esculentun var. cerasiforme</i>		Manebe	2,34	2,00	
			Mancozebe	2,38	3,0	
			Propinebe	2,55	2,0	
			Ziran	2,7	3,0	
TOTAL	141	34%-24,11%	56			19

NOTA: ⁽¹⁾ PA= Princípio Ativo (ou molécula)⁽²⁾ LMR= Limite Máximo de Resíduos⁽³⁾ UNP= Uso Não Permitido

X = Presença de princípio ativo de uso não permitido (UNP) para a respectiva cultura

Dos alimentos analisados, 24,11% apresentaram resíduos, sendo 18,43% abaixo do LMR, 6,38% acima do LMR e 10,64% com resíduos não permitidos para a cultura (Tabela 21). Tais resultados são compatíveis com os últimos monitoramentos de resíduos de agrotóxicos em hortícolas no Estado do Paraná, os quais apresentaram quantidades similares de amostras com algum tipo de resíduo. Entre 1987 e 1992, a presença de resíduos comprometeram 29,63% das hortícolas, entre 1993 e 1999,

22,89% e em 2000, 32,48% (ZANDONÁ e ZAPPIA, 1993; STERTZ, SCUCATO e BELGER, 2000; SCUCATO, YOSHIYARA e STERTZ, 2001).

No presente trabalho, das amostras obtidas pelo sistema de cultivo **convencional**, vinte e uma apresentaram algum tipo de resíduo, sendo que quatro delas apresentaram resíduos em quantidade acima do LMR permitido pela legislação e nove amostras (uma de agrião, duas de cenoura, uma de couve-flor, quatro de espinafre e uma de morango) com resíduo UNP, considerado violação por não possuírem registro de uso para estas culturas.

Além dos clorados clorotalonil e metolacoloro, algumas amostras obtidas do sistema convencional apresentaram ainda o propiconazol em duas amostras de espinafre (Tabela 22). O propiconazol é classificado toxicologicamente como Classe II, considerado um produto medianamente tóxico para o ser humano. Possui registro para aplicação, por pulverização nas partes aéreas das culturas de alho, amendoim, banana, café, cevada, feijão, gladiolo, milho, seringueira, trigo e em viveiros de mudas de café, com carência de 1 a 30 dias, dependendo da cultura.

Resíduo do organofosforado (OF) monocrotofós foi detectado em uma amostra de batata e em uma de espinafre. O monocrotofós é um inseticida e acaricida classificado toxicologicamente como Classe I, considerado um produto altamente tóxico para o ser humano. No caso das amostras não há permissão de uso desse inseticida, ainda que possua registro para aplicação, por pulverização nas partes aéreas das culturas de algodão, amendoim, batata, feijão, soja e trigo, com carência de 9 a 21 dias, de modo que o resíduo encontrado pode ser considerado uma violação.

Resíduos de clorotalonil, metolacoloro, propiconazol e monocrotofós nas culturas de batata e de espinafre podem estar relacionados ao seu uso em outras culturas consideradas de ciclo de produção curto.

Em relação ao metamidofós, conforme Resolução RE 154/2001 ANVISA (BRASIL, 2002), o princípio ativo somente poderá ser utilizado em tomate rasteiro para fins industriais. Contudo, foi considerado na tabulação dos resultados, como autorizado

para tomate salada, com LMR igual a 0,5 mg/kg, uma vez que todas as amostras haviam sido coletadas anteriormente a data de publicação da referida Resolução.

Segundo os técnicos da CEASA/PR, o tomate comercializado na sua maior parte é proveniente do Estado de São Paulo, um menor volume é recebido de Santa Catarina (Caçador) e do Norte Velho do Estado do Paraná (Wenceslau Braz). Segundo a SESA-PR, o índice de condenação para o tomate no Paraná, no período de 4 de junho de 2001 a 30 de junho de 2002, foi de 33,3%, semelhante ao índice de condenação das amostras de tomate analisadas no presente trabalho, as quais são produzidas na Região Metropolitana de Curitiba.

As análises de resíduos de agrotóxicos de amostras obtidas pelo sistema de cultivo **orgânico** resultaram que seis apresentaram algum tipo de resíduo, sendo três (morango, tomate cereja e tomate salada) com resíduos considerados UNP, as quais sugerem violação de uso por não possuírem registro ou recomendação para essas culturas, além de não ser permitido o uso em lavoura orgânica.

Os agrotóxicos clorados estão sendo banidos mundialmente, enquanto que no Brasil ainda continuam autorizados para algumas culturas, como o clorotalonil e o metolaclo. O clorotalonil possui registro para as culturas de batata, cenoura, pepino, tomate, entre outras hortícolas, além de citros, café, flores, soja, seringueira e trigo; com carência de sete a trinta dias para essas culturas. Já o metolaclo possui registro apenas para a aplicação em solo, em pós-plantio e em pré ou pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de milho e soja, com intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de emprego (BRASIL, 2002).

Os resultados apresentados na Tabela 22 demonstram que, ambos, clorotalonil e metolaclo, podem estar sendo empregados na cultura do morango e do tomate cereja, isto é, em culturas de ciclo de produção curto.

Uma amostra de tomate salada orgânico apresentou um resíduo de carbendazim (0,34 mg/kg), fungicida pertencente ao grupo químico dos benzimidazóis, sendo classificado toxicologicamente como Classe III, ou seja, pouco tóxico ao ser humano. Esse resíduo possui registro para aplicação nas partes aéreas das culturas de citros, feijão, soja e trigo, com carência de 7 a 35 dias. Também pode ser utilizado no

tratamento de sementes de algodão, feijão e soja, porém não possui autorização para o uso na cultura do tomate.

Ao se fazer comparações de resíduos entre diferentes sistemas de cultivo, deve-se tomar cuidado em interpretar resíduos persistentes de inseticidas de organoclorados (OC), proibidos há muitos anos, como o DDT, aldrin, dieldrin, heptaclor, clorordane e toxaphene. Isto porque ainda podem ser identificados em cenouras, batatas e outras raízes, tubérculos e folhas verdes selecionadas que tendem a absorver resíduos de OC que persistem no solo. De modo que em safras específicas encontraram concentrações de resíduos em alimentos orgânicos, porém menores que nas outras duas categorias (MARUEJOULS e VIDAL, 2000; BAKER *et al.*, 2002; BOURN e PRESCOTT, 2002).

Isto pode justificar a presença de resíduos OC nas culturas citadas. Do mesmo modo que em cerca de metade dos casos, os resíduos estavam com níveis muito baixos e com indicativos de uma **contaminação ambiental**, devido à persistência desses resíduos no solo ou contaminação do suprimento de água para irrigação (BAKER *et al.*, 2002; AFSSA, 2003).

Em dados apresentados por BAKER *et al.* (2002), uma pequena fração dos alimentos vendidos como orgânicos são suspeitos de serem produtos convencionais falsamente denominados. Resíduos inevitáveis, com exceção dos resíduos ambientais inevitáveis dos inseticidas OC, detectados em 13% das amostras de orgânicos testados pelo USDA-PDP (The Pesticide Data Program of the US Department of Agriculture), falsa denominação dos produtos e os preços normalmente mais altos dos alimentos orgânicos são fatores que podem pesar nas decisões dos consumidores em comprar ou não alimentos orgânicos. Reduzir este nível de contaminação será um desafio significativo para o setor de agricultura orgânica, sendo que a manutenção ativa do limite de vegetais cultivados em solo contaminado com pesticidas persistentes de OC pode reduzir significativamente a fonte de contaminação. Estratégias efetivas têm sido documentadas, mas não estão incluídas nas normas US - NOP (National Organic Program) e precisam ser mais amplamente adaptadas (US DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2000a e 2000b; MARUEJOULS e VIDAL, 2000; BAKER *et al.*, 2002; BOURN e PRESCOTT, 2002; AFSSA, 2003).

Entre os produtos obtidos pelo sistema de cultivo **hidropônico**, sete apresentaram algum tipo de resíduo, tendo cinco com resíduos acima do LMR permitido pela legislação vigente e três amostras, tais como duas de agrião e uma de alface, com resíduo UNP, considerado violação por não possuírem registro de uso para estas culturas (Tabela 21).

Além do clorado clorotalonil em uma amostra de alface, as amostras obtidas por hidroponia apresentaram ainda os fosforados parationa-metílica e monocrotofós em duas amostras de agrião.

A parationa metílica é um inseticida e acaricida classificada toxicologicamente como Classe I, considerado um produto altamente tóxico para o ser humano. Possui registro para aplicação em partes aéreas das culturas de alho, feijão, milho, trigo, algodão, arroz, batata, cebola e soja, com carência de 15 dias.

Na bula de produtos formulados deve-se informar que "a parationa metílica é um inibidor das colinesterases. Além dos efeitos próprios do paration, durante sua biotransformação é formado o paraoxon, um metabólito, que aumenta e prolonga os efeitos tóxicos. No tratamento devem ser utilizados atropina e pralidoxima, e o paciente deve ser observado e se necessário receber tratamento por um maior período de tempo" (BRASIL, 2003d).

O monocrotofós é um inseticida e acaricida organofosforado, classificado toxicologicamente como Classe I, considerado um produto altamente tóxico para o ser humano. Possui registro para aplicação nas partes aéreas das culturas de amendoim, feijão, trigo, algodão, batata e soja, com carência de 9 a 21 dias, dependendo da cultura.

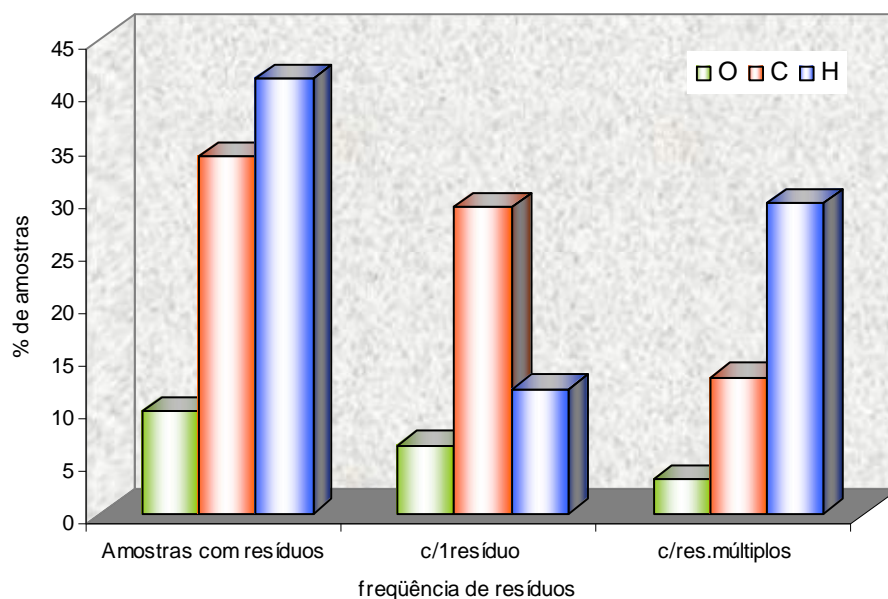
Os resultados demonstram que os resíduos de parationa metílica e monocrotofós podem estar sendo empregados nas culturas de agrião e alface, culturas consideradas de ciclo de produção curto. Conforme Resolução RE nº 154, de 19/07/2001 ANVISA (BRASIL, 2002), a partir da data de publicação da mesma, em 23/07/2001, o princípio ativo metamidofós, com relação a tomate, somente poderá ser utilizado em tomate rasteiro para fins industriais. Considerou-se na tabulação dos resultados como

autorizado para tomate mesa (salada), uma vez que parte das amostras haviam sido coletadas com data anterior à publicação da referida Resolução.

O clorotalonil é um fungicida organoclorado, cujo ingrediente ativo apresentava-se na época em reavaliação técnica pela ANVISA (RDC nº 135 de 17/05/02). O **clorotalonil** e o **metolaclo** não são autorizados para as culturas analisadas há muitos anos, no entanto, no presente estudo foi detectado resíduos destes princípios ativos em agrião, tomate cereja, morango, cenoura, couve-flor, espinafre e alface.

Em relação à **presença de resíduos múltiplos** (mais de 1PA (princípio ativo) por amostra) as amostras de alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos apresentaram diferença estatística significativa entre si, no nível de 5% (Figura 24).

FIGURA 24 – FREQUÊNCIA DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM HORTÍCOLAS ORGÂNICAS, CONVENCIONAIS E HIDROPÔNICAS NA RMC – 2001 – 2002



NOTA: O = orgânico; C = convencional; H = hidropônico

As amostras de hortícolas analisadas apresentaram a seguinte relação: **orgânico < convencional < hidropônico**, sendo que a porcentagem das que contém um ou mais resíduos de agrotóxicos pode ser observada na Figura 24.

Enquanto 9,67% das amostras de hortaliças orgânicas apresentaram algum tipo de resíduo, apenas 3,23% apresentaram resíduos múltiplos. Já das amostras obtidas pelo sistema convencional, 33,87% apresentaram algum tipo de resíduo, sendo que 12,9% apresentaram resíduos múltiplos. Já as hortícolas obtidas pelo sistema hidropônico, além de apresentarem um percentual maior de amostras com algum tipo de resíduo (41,18%), também apresentaram um percentual bastante superior aos demais sistemas de cultivo analisados, em relação aos resíduos múltiplos (29,41%). Esses resultados estão coerentes com estudos apresentados por BAKER *et al.* (2002) e no relatório da AFSSA (2003). Esses trabalhos sustentam a hipótese de que alimentos convencionais e mesmo os IPM/NDR (Integrated Pest Management/ No Detectable Residues) apresentam maior probabilidade de ter resíduos múltiplos em uma determinada amostra que os alimentos orgânicos, uma vez que a ocorrência de resíduos nessa última categoria de alimentos seria ocasional, eventual e rara, visto que é proibido o uso de agrotóxicos nesse sistema de cultivo.

O mercado concorda que os produtos orgânicos tendem a continuar crescendo nos próximos anos. Este sistema de cultivo deve reduzir o uso de pesticidas e resíduos nos alimentos e na água, com grande redução nos riscos aos trabalhadores rurais e aos ecossistemas agrícolas. Os consumidores e todos que trabalham no sistema de alimentos deverão compartilhar os benefícios.

De acordo com BAKER *et al.* (2002), a maioria dos resíduos encontrados nas hortícolas orgânicas pode refletir a capacidade do vento, chuva, neblina e da irrigação de transportarem pesticidas além das lavouras nas quais foram aplicadas, ou resíduos ambientais inevitáveis dos inseticidas organoclorados.

Nenhuma das amostras analisadas apresentou **correlação** simples ($r \leq 0,05$) entre os resultados obtidos nas determinações físico-químicas (Capítulo 2 e 3), o número de princípios ativos ou a concentração de resíduos de agrotóxicos. Portanto, não se pode afirmar que a presença de resíduos de agrotóxicos em determinada amostra de hortícola interfere em sua composição nutricional, para mais ou para menos.

Alguns estudos sobre o teor de carotenóides, em função do tipo de tratamento com fertilizantes e também dos diferentes sistemas de cultivo, sugerem que uma aplicação mais elevada de nitrogênio pode diminuir os níveis de beta-caroteno (LECLERC *et al.*, 1991) e também que o uso de agrotóxicos poderia causar níveis mais baixos desse nutriente (MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA, 1991) nos alimentos.

Para constatar alguma eventual correlação entre a aplicação de agrotóxicos e o teor de nutrientes em hortícolas talvez fosse necessário um estudo de campo (em sistemas fechados), com controle de todas as variáveis envolvidas, com uma planificação estatística bastante significativa e por um período de pelo menos três anos, uma vez que as condições climáticas alteram de ano para ano. Ainda assim, esses resultados seriam válidos apenas para aquela região, sendo necessário um grande número de pesquisas similares em diferentes áreas, para se fazer qualquer conclusão generalizada.

Está claro que melhores procedimentos e políticas mais claras se fazem necessárias para ajudar a assegurar que as novas regulamentações sobre orgânicos possam alcançar seu propósito de tornar os alimentos organicamente cultivados essencialmente livres de resíduos detectáveis. Para tanto, sugere-se a integração de profissionais de diferentes áreas, contribuindo para fortalecer o processo de mudanças de paradigmas e impulsionando uma forma mais ética de produção de alimentos saudáveis.

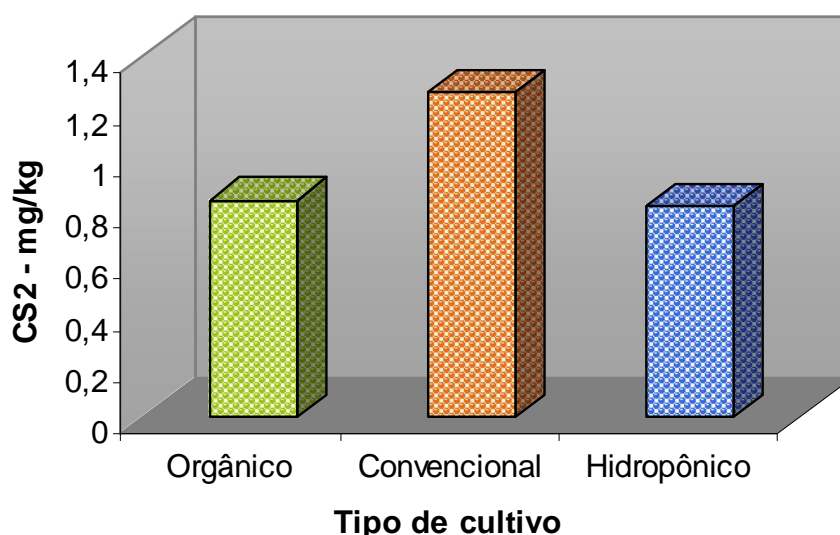
4.2 DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS DE DITIOCARBAMATOS (CS₂) EM AMOSTRAS DE AGRIÃO

Todas as amostras apresentaram resultados coerentes e confiáveis, quando analisados os resíduos de ditiocarbamatos pelo método de KEPPEL (1971), com exceção das amostras de agrião (STERTZ *et al.*, 2003). Quando há a possibilidade da ocorrência natural de alguns analitos (enxofre no solo, CS₂ produzido pelas *Cruciferae*, etc.), os baixos teores de resíduos resultantes da utilização de

agrotóxicos não podem ser distinguidos dos teores naturais e, nesses casos, a Comissão das Comunidades Europeias (CCE, 2002) recomenda tratamento e interpretação especiais para as respectivas amostras, fato pelo qual as amostras de agrião foram analisadas separadamente.

Os teores de ditiocarbamatos, em CS₂, encontrados nas amostras de agrião variaram de 0,10 a 3,16 mg/kg. As amostras de agrião orgânico, convencional e hidropônico apresentaram média de 0,84±0,53, 1,26±0,99 e 0,82±0,68 mg de CS₂/kg, respectivamente, não sendo verificada diferença estatística significativa entre si ao nível de 5% (Figura 25).

FIGURA 25 – TEORES DE CS₂ (mg/kg) EM AGRIÃO ORGÂNICO, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICO DA RMC – 2001 - 2002



Todas as amostras de agrião analisadas mostraram-se, a princípio, em desacordo com a legislação brasileira por apresentarem reação positiva para o dissulfeto de carbono (CS₂), uma vez que não há autorização de uso de nenhum dos ditiocarbamatos para essa cultura (CODEX ALIMENTARIUS, 1999; BRASIL, 2002 e 2003d). Entretanto, existem evidências de que alguns membros da família *Cruciferaeae*, entre os quais o agrião, podem gerar CS₂ de componentes naturais sob as condições de redução empregadas nesse método analítico. Tal fato pode ocasionar

resultado “falso-positivo”, com interferências na leitura da amostra e exigir a realização de testes confirmatórios para cada molécula (GRIFFITHS, 1998; BAHIA FILHO *et al.*, 2001; CCE, 2002).

Internacionalmente, valores máximos de resíduos de ditiocarbamatos são estipulados para essa classe como um todo e expressos em CS₂. A Legislação Brasileira estabeleceu, recentemente, limites máximos de resíduos (LMR) para o CS₂, correspondente ao ingrediente ativo mais utilizado na respectiva cultura. Entretanto, tal medida não impede a ocorrência de resposta “falso-positiva” ao se analisar agrotóxicos ditiocarbamatos em determinadas amostras de hortícolas. A incerteza persistirá, principalmente, quando houver a possibilidade de ocorrência natural de alguns analitos, como o enxofre proveniente do solo e o CS₂ produzido pelas *Cruciferae* (BRASIL, 2004a).

Enquanto não for estabelecido método multirresidual para todos os compostos da classe dos ditiocarbamatos, ou específico para cada ingrediente ativo, e a técnica mais utilizada for a determinação dos ditiocarbamatos como CS₂, poderá ocorrer resultados “falso-positivo” em alguns grupos de hortícolas, devendo o analista/pesquisador estar atento para essa possibilidade.

5 CONCLUSÃO

- Das 141 amostras analisadas, 34 (24,11%) apresentaram algum tipo de resíduo, sendo 9 acima do LMR e 14 UNP.
- As hortícolas cultivadas pelo sistema de produção orgânico, convencional e hidropônico apresentaram, respectivamente, 9,68%, 33,87% e 41,18% de suas amostras com algum tipo de resíduo de agrotóxicos
- Quando presentes, os resíduos nas amostras de alimentos orgânicos apresentaram **níveis** mais baixos que nos não-orgânicos, variando de 0,41 mg/kg para os orgânicos, 0,85 mg/kg para os convencionais e 2,20 mg/kg para os hidropônicos.

- Quanto aos níveis (concentração em mg/kg) de resíduos de agrotóxicos, pode-se afirmar que: **orgânico 2x < convencional 2,5x < hidropônico 5x > orgânico**, existindo diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas analisados
- Em relação à **freqüência** de algum tipo de resíduo de agrotóxico nas amostras de hortícolas analisadas, pode-se afirmar que: **orgânicos < convencional < hidropônicos**, existindo diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas analisado.
- Em relação à **presença de resíduos múltiplos**, as amostras de alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos apresentaram, respectivamente, 3,23%, 11,29% e 29,41%, mostrando diferença estatística significativa entre si, no nível de 5%. As amostras analisadas apresentaram a seguinte relação: **orgânico < convencional < hidropônico**
- Independente do sistema de cultivo, todas as amostras de agrião d'água analisadas apresentaram reação positiva para o dissulfeto de carbono (CS_2). Porém, indícios de possível “falso positivo” evidenciaram a necessidade de testes confirmatórios para cada molécula.
- Entre os sistemas de cultivo analisados, o **orgânico** foi o que apresentou níveis mais baixos, menor freqüência, menos resíduos múltiplos, garantindo menor risco em relação ao consumo. Entretanto, cabe salientar a possibilidade de eventuais contaminações por possível poluição ambiental, poluição tecnológica acidental ou manejo inadequado

REFERÊNCIAS

AFSSA – Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Disponível em: <http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=4267.htm> Acesso em: 10 out. 2003.

AMBRUS, A. B.; THEIR, H. P. International Union of Pure and Applied Chemistry. Applied Chemistry Division, Commission on Pesticide Chemistry, Application of

Multiresidue Procedures in Pesticide Residue Analysis, **Pure e Appl. Chem.**, v. 58, p. 1035, 1986.

AUSTRÁLIA. **Report on the Australian Residue** Survey 1 January to 30 June 1999 Results. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry – Australia, Canberra, 2000.

BAHIA FILHO, O.; AHUALLI, A. P.; TREVIZAN, R. P.; BAPTISTA, G. C. de. Resposta falso/positiva de Mancozeb na determinação de dissulfeto de carbono (CS₂) em produtos agrícolas de exportação pelo método cromatográfico com amostragem head space. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS – O Analista e a Gestão da Qualidade, 12, 2001, Maceió. **Anais...** Maceió: SBAAL, 2001. p. 262.

BAKER, B.P.; BENBROOK, E.; GROTH III, E.; BENBROOK, K. L. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM) – grown and organic foods: insights from three US data sets. **Food Additives and Contaminants**, Taylor e Francis Group, vol. 19, n. 5, p. 427-446, 2002.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and a conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, New Zealand, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. IN nº 007/MAPA de 17 de maio de 1999. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção I de 19/05/99, p. 11-14.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Agroecologia Fundamentos Técnicos da Produção Orgânica. Nutrição Vegetal. Disponível: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/tox/agro/fundamento/nutricao.htm>> Acesso em 2 dez. 2001a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Normatização e monitoramento da produção. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/ddiv/pdf/pnmcrcv.pdf>> Acesso em 2 dez 2001b.

_____. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, Procedimentos de Retirada de Amostras, ANEXO V da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/tox/manual/anexo_05.htm> Acesso em: 02 fev 2001c.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Monografias de produtos agrotóxicos. Resolução RE n.165, de 29 de agosto de 2003. D.O.U de 02/09/ 2003. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/alimentos/tox/mono/index.htm> Acesso em: 2 jan. 2002 e 13 jan. 2004a.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**. Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins. Lei n. 7802 de 11 de julho de 1989. Disponível: <<http://www.pr.gov.br/agrotoxico/legislacao.html>> Acesso em 21 fev. 2003b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – Relatório Anual 2001-2002. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/alimentos.htm> Acesso em: 10 dez. 2003c. 18 p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**. Legislação Federal de Agrotóxicos e Afins. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 a. Disponível: <<http://www.pr.gov.br/agrotoxico/legislacao.html>> Acesso em 21 fev. 2003d.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária Instrução Normativa nº 6, de 10 de Janeiro de 2002. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de janeiro de 2002. Disponível: http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_ma_in06_02.htm Acesso em 2 fev. 2004b.

CALDAS, E.D. Resíduos de pesticidas em alimentos e o *Codex Alimentarius*. **Bol. SBCTA**, Campinas, v. 33, p. 50-56, 1999.

CARMO JR., R. R. **O que é a hidroponia?** Disponível em: <<http://www.hidroponica.cjb.net>> Acesso em 12 dez. 2002.

CDFA. California Department of Food and Agriculture. **Multiresidue screen for pesticides in fruits and vegetables**. 3. ed. Sacramento, CA: FDA, 1999a.

CDFA. California Department of Food and Agriculture. **Benomyl, Carbendazin and Thiophanate-methyl Analysis**. 3. ed. Sacramento, CA: FDA, 1999b.

CCE. Comissão das Comunidades Europeias. **Recomendação da Comissão**, de 3 de março de 1999. Jornal Oficial nº L 128 de 21/05/1999. p. 0025-0055. Disponível em: <http://europa.eu.int/eur-lex/pt/lif/dat/1999/pt_399HO333.html> Acesso em 22 fev. 2002.

CCE. Comissão das Comunidades Europeias. **Regulamento (CEE) nº 2092/91**, de 24 de junho de 1991. Modo de produção biológico de produtos agrícolas e à sua indicação nos produtos agrícolas e nos gêneros alimentícios. Jornal oficial no. L 198 de 22/07/1991 p. 0001 – 0015. Última alteração: 300R0331 (JO L 048 **19.02.00** p.1). Disponível: <<http://www.ibd.com.br/legislacao/CE2092.htm>> Acesso em: 20 jan. 2004.

CODEX ALIMENTARIUS. Pesticide residues in food: maximum residue limits. 1999. Disponível em: <<http://apps1.fao.org/servlet/org.fao.waicent.codex.PesticideServlet>>. Acesso em 01 nov. 2003.

COFFANI, O. **O uso indiscriminado de agrotóxicos, uma reflexão para o município de Morretes.** Curitiba, 1987. 105 p. Monografia, Departamento de Ciências Jurídicas e Sociais, Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 15. reimpressão, 1997. p. 186-188.

DAROLT, M.R. **Agricultura Orgânica: Inventando o Futuro.** PRONAF/MDA. Curitiba, 2000. 249 p. Atualização do livro, 2003.

DE KOK, A. HIENMSTRA, M. Improved cleanup method for multiresidue analysis of N-methylcarbamates in grains, fruits and vegetable by means of HPLC with postcolumn reaction and fluorescence detection. **Chromatographia**, v. 24, p.469, 1994.

EUA. **Política Norteamericana em Orgânicos.** Proposta de normatização para rotulagem, produção e comercialização de produtos ditos orgânicos <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/leituras/lo_politica_eeuu.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

FAO. **Manual on the submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1997.

FAO/WHO. **Norma CODEX de Rotulagem de produtos organicamente cultivados** Draft Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods (Agenda Item 4). Disponível: <http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_cx_al99_22a.htm> Acesso em 2 fev. 2004.

FARIAS, A.A.; SOARES, J.F.; CÉSAR, C.C. **Introdução à Estatística.** 2. ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003. p. 223-230.

FDA. **Food and Drug Administrations Pesticide Program Residue Monitoring.** FDA/CFSAN, U.S., 1998. Disponível : <<http://www.fda.gov>> Acesso em: 15 jan. 2002.

GARCIA, E.G. **Segurança e saúde no trabalho rural: a questão dos agrotóxicos.** São Paulo: FUNDACENTRO, 2001. 182 p.

GRIFFITHS, E. T. Interference in residues analysis from naturally occurring carbon disulfide in crops. **Safety in Food Processing and Storage**, p. 30-31, Annual Science Review, 1997-1998.

HAMERSCHMIDT, I. **Hidroponia ao alcance de todos**. Curitiba: EMATER-PR/Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 27 p. (Apostila Curso Técnico).

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecológica**, Botucatu, Ano II, n. 12, p. 5-8, 2002.

HILL, A.R.C. Headspace Methods for Dithiocarbamates. In **Modern Methods for Pesticide Analysis. Emerging Strategies for Pesticide Analysis**; CAIRNS, T., SHERMA, J., London: CRC Press, 1992. p. 213-231.

KEPPEL, G. E. Collaborative study of the determination of dithiocarbamate residues by a modified carbon disulfide evolution method. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v. 54, n. 3. p. 528-532, 1971.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LEMES, V. R. R.; INOMATA, O. N. K.; BARRETO, H. H. C. Resíduos de endossulfan em tubérculos e frutos. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, Rio de Janeiro, v. 53, p. 49-54, 1993.

LO, C.C.; HO, M.H.; HUNG, M.D. Use of Hight Performance Liquid Chromatographic and Atomic Absorption Methods to Distinguish Propineb, Zineb, Maneb e Mancozeb Fungicides. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, n. 5, p. 2720-2723, 1996.

LUCKE, M. A.; FROBERG, J. E.; MASUMOTO, H. T. Extraction and cleanup of organochlorine, organophosphate, organonitrogen and hydrocarbon pesticides in produce for determination by gas-liquid chromatography, **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 58, n. 5, p. 1020-1026, 1975.

MARUEJOULS, B.; VIDAL, A. Comparaison agriculture conventionnelle et biologique, résidus de pesticides sur salades, **Purpan**, Etudes scientifiques, techniques, économiques, juridiques pour l'agriculture et l'ê mileu rural, v, 196, p. 47-54, 2000

MEDEIROS, M.C.M.B.; VIANNA, P.C.G.; FOWLER, R.B.; ZAPPIA, V.R.S. **Poluição das águas internas do Paraná por agrotóxicos**. Curitiba: SUREHMA/PR, 1984.

MICROSOFT CORPORATION. **MSOFFICE MICROSOFT EXCEL 97**. Redmond, WA, c 1995-1997. CDROM 6 MB.

MINITAB. **Reference Manual Release 7**. 13 Demo. Statistical Software 13.0. Minitab Inc, 3081, Enterprise Drive, State Collegey PA, 16801 US, Elinor Cruze and Jim Weldon. 6-10, 6-11, 1998. 1 CDROOM.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A.; ODENATH-PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Revista Agroecologia Hoje**. Agroecológica, Botucatu, p.23, 2001.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2. ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003. p. 226-227.

OMRI. **Organic Materials Review Institute**. Generic Materials and Brand Name Products List (Eugene: OMRI), 2001.

PARANÁ. SESA. Secretaria da Saúde do Estado do Paraná. Divisão de Zoonoses e Intoxicações do Centro de Saúde Ambiental. **Intoxicações por agrotóxicos: 2ª RS: 1996 a 2002**. Curitiba, 2002. 3 p.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde. Relatório do Programa de Análise de **Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos no Estado do Paraná**, junho de 2001 a junho de 2002/ Secretaria de Estado da Saúde. - Curitiba: SESA, 2003. 55 p.

PELEGRÍ, R; GAMÓN, M.; CASCOLLÁ, R.; BELTRÁN, V.; CUNAT, P. Nota. Determinación de residuos de mancozeb en frutas y hortalizas por cromatografía de gases. Modificación del método de recogida de disulfuro de carbono producido en la descomposición ácida. **Rev. Agroq. Tecnol. Aliment.**, v. 31, n. 4, 1991.

PENNINGSFELD F.; KURZMANN, P. **Cultivos hidropónicos y en turba**. 2.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1983. p. 7-64.

RÜEGG, E. F.; PUGA, F. R.; SOUZA, M. C. M.; ÚNGARO, M. T. G.; FERREIRA, M. S.; YOKOMIZO, Y.; ALMEIDA, W. O impacto dos agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a saciedade. 2. ed., São Paulo: Ícone Editora, 1991. 96 p.

SCUCATO, E.S.; YOSHIYARA, A.C.P.; STERTZ, S.C; **Resíduos de Agrotóxicos em Hortifrutícolas**. XII Encontro Nacional de Analistas de Alimentos, p 255, Maceió, 2001.

SILVA, M.P.; PROCÓPIO, J.R.; HERNÁNDEZ, L. Electrochemical Detection in the Determination of Several Dithiocarbamates by Reverse-Phase Liquid Chromatography. **J. Liq. Chrom. e Rel. Technol.**, v. 22, p. 463-475, 1999.

SINDAG – Sindicato Nacional das Indústrias de Produtos para Defesa Agrícola. Disponível: <<http://www.sindag.com.br>> Acesso em 17 fev. 2004.

SPADOTTO, C. A. **Ambiente em perigo**. Publicado na Revista Cultivar HF, Ano II, n, 15, 2 p., ag/set 2002. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/AgrolinkColunistas_SQL/al_cl_index.asp> Acesso em 20 fev 2004.

STERTZ, S.C.; SCUCATO, E.S.; BELGER, M. Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos Comercializados no Estado do Paraná de 1993 a 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, XVII, 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA-CE, 2000. v. 3, p. 10.28.

STERTZ, S.C.; SCUCATO, E.S. Análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos orgânicos. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS PARA O MILÊNIO, VII, 2001, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA-PR, 2001, p. ACQ26.

STERTZ, S.C.; TRAIN, J.M.; FREITAS, R.J.S. Resíduos de agrotóxicos em hortícolas orgânicas, convencionais e hidropônicas produzidas e/ou comercializadas na região metropolitana de Curitiba - RMC. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, "Novas Tecnologias em Alimentos: Impactos e Riscos à Saúde", 13º, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos – SBAAL, 2003. p. 95.

TOMLIN, C.D.S. **The Pesticide Analytical Manual**. 11 ed., British Crop Protection Council: Farnham, UK, 1997. 1606 p.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. National Organic Program, NOP final rule, 65 Fed. Reg. 80548-80684, Disponível em <<http://www.ams.usda.gov/ams/nop/>> Acesso em: 21 dez 2000 a.

US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Science and Technology Programs, Pesticide Data Program, Agricultural Marketing Service. Disponível em <<http://www.ams.usda.gov/science/pdp/index.htm>> Acesso em: 21 dez 2000 b.

VAN LISHAUT, H.; SCHWACK, W. Selective Trace Determination of Dithiocarbamate Fungicides in Fruit and Vegetables by Reverse-Phase Ion-Pair Liquid Chromatography with Ultraviolet and Electrochemical Detection. **J. AOAC Int.**, Washington, v. 83, p. 720-727, 2000.

VIANA, E.; MOLTO, J. C.; FONT, G. Optimization of a matrix solid-phase dispersion method for the analysis of pesticide residues in vegetables. **J. Chromatog. A**, v. 754, p. 437-444, 1996.

VUICK, J.; van DINTER, R.; VOS, R.H. Improved Simple Pretreatment of the Carbon Disulfide Evolution Method for the Determination of Dithiocarbamate Residues in Lettuce. **J. Agric. Food Chem.**, v. 40, p. 604, 1992.

WALZ, E.; SCOWCROFT, R. National organic farmers survey. Organic Farming Research Foundation, Santa Cruz, CA. Disponível em: <<http://www.ofrf.org/survey/index.html>> Acesso em: 10 dez 2000.

WHO. World Health Organization. **Pesticides residues in food:** 1993. Evaluations. Part II - Toxicology. International Programme on Chemical Safety. Geneve, 1994.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for predicting dietary intake of pesticide** residues, Geneva: WHO, 1997. 123p.

ZANDONÁ, M. S.; ZAPPIA, V. R. S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. **Pesticidas Revista Técnica Científica**, Curitiba, v.3, n. 3, p. 49-95, 1993.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE ESTRUTURAL DA ALFACE (*Lactuca sativa* L., Asteraceae), DO AGRIÃO D'ÁGUA (*Nasturtium officinale* R. Br., Brassicaceae), E DO TOMATE CEREJA (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray, Solanaceae) CULTIVADOS NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

1 INTRODUÇÃO

As alterações estruturais sofridas pelos vegetais e a quantidade de nutrientes dos mesmos apresentam diferenças em função de fatores associados ao cultivo e ao ambiente, como local de plantio, adubação, ocorrência de pragas, diferenças edafo-climáticas, período de colheita, idade e características genéticas da planta (PARANÁ, 2000; SIMÕES *et al.*, 2001). Neste sentido, a análise da organização estrutural permite a visualização dessas alterações, possibilitando, eventualmente, sua correlação com o conteúdo nutricional desses vegetais.

No início do século XX, mais especificamente na década de 1920, surgiram as primeiras correntes *alternativas* ao modelo industrial ou convencional de agricultura, na busca de uma alimentação natural, que preconizava uma vida mais saudável.

Entre as diferentes correntes de agricultura alternativa ao padrão convencional, a da agricultura **orgânica** é a mais difundida, sendo inclusive reconhecida junto aos consumidores como sinônimo de todas as outras. Essas correntes representam a busca de uma nova prática agrícola, que, no entanto, é moldada em função do processo social em que está inserida, determinando diferentes modos de encaminhamento tecnológico e de inserção no mercado (ASSIS e ROMEIRO, 2002).

Para CARRIJO e MAKISHIMA (2000), o cultivo **hidropônico** também constitui uma alternativa ao sistema convencional, pois é realizado sem solo, protegido em casas de vegetação onde recebe luminosidade e temperaturas otimizadas para produção.

Desta forma os vegetais não sofrem influência das intempéries e da sazonalidade, como ocorre comumente no cultivo convencional. Na hidroponia a planta recebe os nutrientes num fluxo contínuo, constantemente aerado de solução nutritiva. A forma de produção hidroponica mais empregada é a NFT (Nutrient Film Technique), ou técnica do fluxo de nutrientes. A NFT consiste no método de produção no qual a planta desenvolve seu sistema radicular parcialmente submerso em fluxo contínuo de solução nutritiva (UEDA, 1990).

Já a agricultura **convencional** é baseada em uma série de atuações técnicas que fomentam o uso de agrotóxicos, a mecanização intensiva, a adubação química, a prática do monocultivo, o uso de variedades de plantas e animais selecionados e modificados geneticamente, com o fim de conseguir um crescimento contínuo e rápido da produtividade (KHATOUNIAN, 2001).

Paradoxalmente, os avanços na agricultura nem sempre foram acompanhados por pesquisas que objetivassem apontar o impacto de uma nova técnica agrícola sobre o ambiente, sobre a saúde humana e animal e sobre os próprios vegetais em seus aspectos químicos e morfo-anatômicos.

As mudanças estruturais e fisiológicas de órgãos vegetativos, provocadas pelas variações ambientais, há muito são discutidas (MORRETES, 1967; NAPP-ZINN, 1974; ESAU, 1987; CUTTER, 1987; FAHN, 1990; PETERSON, 1992; COLLI, 1998), porém muitas destas informações referem-se a plantas que não sofreram cultivo sistemático como a alface, o agrião e o tomate cereja.

A folha é o órgão que mais sofre variações morfo-anatômicas, conforme o ecossistema. Segundo SCULTHORPE (1967), ESAU (1987) e FAHN (1990), as folhas de ambientes aquáticos apresentam freqüentemente mesofilo paliádico reduzido, parênquima lacunoso aumentado – com presença de grandes câmaras de ar, pequena quantidade de esclerênquima e sistema vascular fracamente desenvolvido. A organização da lâmina foliar de plantas aquáticas está relacionada com a dupla natureza deste ambiente, apesar da estrutura do mesofilo e a presença de estômatos na epiderme adaxial facilitarem a absorção de oxigênio e de dióxido de carbono; elas também facilitam a perda de vapor d`água (SCULTHORPE, 1967).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ALFACE CRESPA, CULTIVAR VERÔNICA - *Lactuca sativa* L.

A alface, *Lactuca sativa* L. (Compositae), pode ser cultivada nos sistemas orgânico, convencional e hidropônico. Consiste numa planta herbácea, muito delicada, com um caule diminuto, não ramificado, ao qual se prendem as folhas, que são grandes, podendo ser lisas ou crespas, fechando-se ou não em forma de “cabeça”. A coloração é uma característica de cada cultivar, variando do verde-amarelado até o verde-escuro (FILGUEIRA, 1982). A cultivar Verônica está inserida no grupo das alfaces que apresentam folhas soltas, crespas, consistentes, sem formação de cabeça.

O espaçamento eleito para o cultivo e a competição intra e inter-espécies influenciam o comportamento morfo-anatômico da planta. Segundo HENDRIX (1976), o tamanho da cabeça de alface é inversamente proporcional ao número de plantas por metro quadrado. MACIEL (1968) demonstrou que o peso médio por alface, assim como a porcentagem de plantas comerciáveis, foram sensivelmente prejudicados pelo espaçamento de 0,20 m entre as plantas. O espaçamento de 0,30 m foi o que produziu a maior porcentagem de plantas comerciáveis. Quando há competição inter-plantas, o rendimento das plantas individualmente diminui (JANICK, 1968). Mas de acordo com CARNEIRO (1981), o cultivo de alface em baixas densidades reduz o peso médio e, conseqüentemente, o valor comercial em relação ao cultivo submetido à densidade média. Provavelmente devido à maior exposição das plantas e do solo, às condições climáticas desfavoráveis, como vento e excesso de temperatura, favorecem um alto nível de evapo-transpiração e prejudicam o desenvolvimento da planta em nível comercial satisfatório.

A alface está entre as hortícolas mais exigentes em água. Experimentalmente, demonstra-se que quanto maior a disponibilidade de água útil no solo maior a produtividade (FILGUEIRA, 1982). É importante que o substrato seja mantido arejado, evitando-se o encharcamento, que poderá causar o apodrecimento das folhas mais novas e dano às raízes próximas à cabeça (DOUGLAS, 1990).

Solos arenosos e leves, com pH entre 6,7, são preferidos por *Lactuca sativa*, que produz melhor em solos ricos em matéria orgânica e com alta disponibilidade de nutrientes, nas camadas superficiais (SGANZERLA, 1995). Têm papel importante na disponibilidade e absorção de micronutrientes pela alface, a adubação química e a orgânica, sendo que a planta é mais responsiva à primeira (ALVARENGA, 1999). Mas, os melhores resultados foram obtidos quando foram utilizados simultaneamente o adubo químico e o orgânico (WILL, 1980). Conforme experimentos de ALVARENGA (1999), a relação entre o peso da matéria fresca da parte comercial e o peso seco fornecem uma estimativa da quantidade de matéria sólida e de água inclusas na produção comercial, sendo o nitrogênio extremamente importante no crescimento e acúmulo de matéria fresca na alface.

2.2 AGRIÃO D'ÁGUA - *Nasturtium officinale* R. Br.

O agrião d'água (*Nasturtium officinale* R. Br., Brassicaceae) ou de rio é uma planta semi-perene, que produz folhas arredondadas de cor verde-escura ou levemente arroxeadas. O caule é rastejante e emite uma grande quantidade de raízes finas, capazes de retirarem nutrientes do meio líquido. Além de tais raízes aquáticas, de nutrição, há outras, pivotantes, com menor desenvolvimento, que fixam a planta ao solo. A planta é semi-aquática, vegetando bem em água corrente, que deve ser límpida e fria (FILGUEIRA, 1982).

Devido ao seu hábito semi-aquático o agrião somente pode ser produzido em solos com bom teor de argila, pesados, que possibilitem boa retenção de água – no caso de cultura em canteiros. Os solos devem ser ricos em matéria orgânica. Como todas as brassicáceas, o agrião produz melhor em pH de 6,0 a 6,8, sendo nitrogênio o nutriente que causa maior resposta em produtividade (FILGUEIRA, 1982).

Quanto à organização estrutural da lâmina foliar de *Nasturtium officinale*, pode-se dizer que apresenta em sua face adaxial, células de formato irregular com paredes anticlinais bastante sinuosas, os estômatos aí presentes são do tipo anomocítico. A

face abaxial mostra-se semelhante à adaxial, mas o número de estômatos é ligeiramente maior, sendo a folha dita anfihipoestomática. O mesofilo é assimétrico, composto de três estratos de parênquima clorofiliano paliçádico e vários estratos de parênquima clorofiliano lacunoso. As células do parênquima clorofiliano paliçádico apresentam formato isodiamétrico e os espaços intercelulares são bastante evidentes. As do parênquima lacunoso apresentam formato isodiamétrico a alongado, porém são menores que as do paliçádico (ALQUINI e TAKEMORI, 2000).

A região do terço médio da nervura principal da folha apresenta a face adaxial côncava e a abaxial convexa. Raros tricomas simples podem ocorrer. Internamente ao único estrato epidérmico presente, vários estratos de parênquima fundamental preenchem a estrutura. Alguns espaços intercelulares mais evidentes se fazem presentes no parênquima fundamental, além de idioblastos com mucilagem. O sistema vascular, nesta região da nervura principal, é composto de cinco feixes dispostos em forma de arco, sendo três maiores e dois menores nas extremidades superiores (ALQUINI e TAKEMORI, 2000).

Colhe-se a partir de 60-75 dias, após a semeadura em sementeira; quando plantam-se estacas colhe-se aos 45-50 dias do plantio. Obtém-se 3-7 cortes, com intervalos de 20-30 dias, durante o período produtivo. Obtém-se as melhores folhas nos cortes efetuados durante o outono-inverno, sob temperaturas adequadamente amenas ou frias; no verão, sob calor, a planta pode florescer e o tamanho das folhas é diminuído. O ponto de colheita é quando as folhas atingem seu tamanho máximo, porém antes que se tornem pontiagudas e enegrecidas e os caules endureçam. Fazem-se os cortes a 5 cm da superfície do leito, evitando-se ferir as raízes e diminuir a produtividade (FILGUEIRA, 1982).

Na técnica hidropônica, a planta é comercializada inteira, com raiz inclusive. Segundo DOUGLAS (1990), o agrião hidropônico cresce satisfatoriamente quando a solução nutritiva flui constantemente através do substrato, a uma velocidade ideal de 27 m/min.

2.3. TOMATE CEREJA (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray – Solanaceae)

O tomateiro pode ser cultivado nos sistemas convencional, orgânico e hidropônico. É cultivado sob tutoramento e também, em menor escala, sob forma rasteira nos cultivos convencional e orgânico. Nas condições climáticas do país, o tomateiro comporta-se como uma cultura anual e algumas cultivares possibilitam uma cultura semi-perene. Normalmente a floração e a frutificação ocorrem juntamente com o crescimento vegetativo, o que justifica os tratos culturais intensivos ao longo do ciclo. O tomate cereja é uma baga carnosa e succulenta, vermelho quando maduro, maior que 1,5 cm de diâmetro (FILGUEIRA, 1982; RUBATSKI e YAMAGUCHI, 1997; SILVA e GIORDANO, 2000).

Segundo FILGUEIRA (1982), a qualidade do tomate é muito afetada pela temperatura. SGANZERLA (1995) aponta para a temperatura ótima de produção entre 16 a 27°C. O tomateiro requer um solo profundo, permeável e com abundância de material orgânico; a umidade excessiva e constante no solo prejudica o cultivo de *L. esculentum*, ocasionando o surgimento de doenças, mas a escassez de água no solo pode ser prejudicial ao crescimento adequado do fruto SGANZERLA (1995). A escassez de fósforo diminui o tamanho dos frutos e a carência de potássio no solo resulta na produção de frutos de mau aspecto, amarelados, aquosos, sem gosto, e com pouca resistência ao transporte e à conservação. Potássio confere consistência e firmeza aos frutos, tanto na polpa quanto na pele, dando também mais peso ao fruto SGANZERLA (1995).

O presente trabalho teve por objetivo trazer informações sobre a organização estrutural da parte comerciável da *Lactuca sativa* L, do *Nasturtium officinale* R. Br. e do *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Duval) A. Gray, cultivados nos sistemas convencional, orgânico e hidropônico, com objetivo de contribuir para o entendimento do impacto que o sistema de manejo possa exercer sobre a estrutura da planta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Foram coletados 10 espécimes de *Lactuca sativa* L. (Compositae), cv Verônica; 10 espécimes de *Nasturtium officinale* R. Br. (Brassicaceae) e 50 frutos de *Lycopersicon esculentum* cv. *cerisiforme* (Dunal) A. Gray (Solanaceae) para cada um dos sistemas de cultivo: orgânico, convencional e hidropônico, em propriedades rurais da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) e CEASA - PR.

As propriedades escolhidas para coleta foram aquelas que possuem tradição no cultivo que desenvolvem, comercializando amplamente seus produtos em feiras livres regulares ou supermercados de Curitiba.

As hortaliças cultivadas no sistema orgânico foram obtidas de propriedades certificadas por um órgão certificador oficial.

O material convencional foi coletado em propriedades cuja produção é distribuída aos supermercados através da CEASA e na própria CEASA .

As hortaliças encontravam-se no ponto de comercialização, sendo que o tomate cereja, *Lycopersicon esculentum* var. *cerisiforme*, estava já selecionado e embalado em caixas plásticas, pronto para venda.

3.2 MÉTODOS

Os estudos morfológico e anatômico envolveram folhas de *Lactuca sativa*, cultivar Verônica; folhas de *Nasturtium officinale* e frutos de *Lycopersicon esculentum* var. *cerisiforme*.

Para cada cultivo de alface crespa cv. Verônica foram coletados 10 pés de alface. Selecionou-se 5 folhas adultas da porção mediana da roseta (pé de alface). Em três destas folhas foram mensurados: volume foliar, área total da folha, peso fresco e

peso seco. Nas outras duas folhas retirou-se amostras do terço médio de cada uma delas; nestas amostras foram mensuradas e analisadas: a organização estrutural – área lacunar do mesofilo, espessura do limbo, número de estômatos da epiderme das faces adaxial e abaxial. As dez amostras de alface de cada sistema de cultivo, parte comercializada, foram pesadas e suas folhas contadas, todas, à exceção das folhas muito jovens do centro.

Para cada cultivo de agrião, foram coletados 10 espécimes. De cada espécime, foram selecionadas 3 folhas adultas do terceiro e quarto nós, contando-se do ápice em direção à base, a partir da gema apical; nestas folhas foram mensuradas: densidade, área total, largura e comprimento da folha seca. Nas outras duas folhas foram retiradas pequenas amostras da porção mediana de cada folha. Nestas amostras foram mensurados e analisados: teores de clorofila *a* e *b*, espessura do limbo, número de estômatos da epiderme da face abaxial e área lacunar do mesofilo.

Para cada cultivo de tomate cereja, foram coletados 50 frutos. Em cada fruto foram mensurados e analisados: diâmetro, massa, volume e densidade. Em 10 amostras foi mensurado a espessura da parede do fruto e sua organização estrutural.

O material destinado à análise em **microscopia fotônica** foi feito com FAA 50 (etanol 50%, ácido acético e formol na proporção de 18:1:1) imediatamente após a coleta ou no laboratório (JOHANSEN, 1940).

A **extração de clorofila** com DMSO (dimetilsulfóxido pa) (BARNES *et al*, 1992) foi realizada em material recém coletado. Das folhas de agrião retirou-se, de ambos os lados da nervura central, uma quantidade de lâmina foliar suficiente para a técnica. A análise em espectrofotômetro Hewlett Packard 8452A, acoplado a microcomputador, ocorreu 12 horas após a extração; neste intervalo de tempo, os tubos foram guardados em geladeira e protegidos por papel alumínio.

Para as medidas de **peso fresco**, as folhas de alface foram pesadas em balança analítica. Os dados referentes à **umidade** foram obtidos através da diferença entre a massa fresca e a massa seca da folha de alface nos diferentes cultivos. O **volume** das folhas de alface foi obtido mergulhando cada uma delas em proveta de 150ml, preenchida com água até 100ml, e anotado o volume deslocado (volume da folha). No

caso do agrião, três folhas foram pesadas em balança analítica e mediu-se o volume do conjunto, numa proveta de 50ml preenchida com água até a marca dos 30ml, pois uma folha isoladamente não deslocava um volume apreciável de líquido.

Após, as folhas foram prensadas e deixadas em estufa até secagem. Uma vez secas, procedeu-se as medidas da **área foliar** com auxílio da mesa digitalizadora DIGICOM, modelo 1812, acoplada a microcomputador, empregando-se o sistema de planimetria desenvolvido pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), conforme metodologia proposta por Rodella (BRITO, 1997).

As análises em **microscopia fotônica** foram realizadas em lâminas permanentes. Para confecção dessas lâminas, o material foi previamente embocado em historresina (GMA-glicol metacrilato) segundo técnica de FEDER e O'BRIAN (1968) e de acordo com as recomendações do fabricante. Cortes transversais de 6 μm de espessura foram obtidos seccionando os blocos com auxílio de micrótomo rotatório. As secções foram coradas com azul de toluidina (O'BRIAN *et al.*, 1964) ou com fucsina básica e azul de astra (BRITO e ALQUINI, 1997) e as lâminas, montadas com Entelan.

As medições de **espessura do limbo** foram feitas em microscópio fotônico OLYMPUS com ocular micrometrada.

A contagem do **número de estômatos** dos cortes paradérmicos de alface e agrião foi feita com projeção de imagem em câmara clara empregando-se objetiva de 10x. A imagem de 1mm² de superfície foliar foi projetada sobre um quadrado de 10,6 cm de lado, onde os estômatos projetados sobre a linha de bordo não foram computados.

Para avaliar o desenvolvimento do **parênquima lacunar** nas folhas, desenhou-se cortes transversais do limbo, a partir de lâminas permanentes, com auxílio do microscópio de projeção OLYMPUS acoplado à câmara clara em 10x de aumento. A imagem do limbo foi projetada perpendicularmente em quadrado com 10cm de lado. Foram medidas a área total (AT) e a área referente à **parênquima lacunoso** (AL) do desenho obtido, com auxílio da mesa digitalizadora e do sistema de planimetria já descritos.

Cada tomate cereja foi pesado em balança analítica e seu volume medido em proveta de 150ml, preenchida com água até 100ml – o volume deslocado é o **volume** do fruto.

O **diâmetro** dos frutos foi medido com paquímetro MITUTOYO (0,02mm de precisão).

Os cortes transversais de tomate cereja, a coloração e a espessura do fruto foram obtidos como descrito para as amostras de alface e agrião.

As fotomicrografias foram realizadas em microscópio ZEISS MC80 com câmara fotográfica acoplada.

Os dados obtidos foram **analisados estatisticamente** utilizando-se o programa JMP (2002) para o cálculo das médias, desvio padrão e coeficiente de variância. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F para verificar a ocorrência de diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas de cultivo avaliados. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey-Kramer para identificar as diferenças entre os tratamentos orgânico, convencional e hidropônico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL DE **ALFACE** (*Lactuca sativa* L.) CULTIVADA NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

Os valores de massa total encontrados são significativamente diferentes ($p < 0,0001$) para cada cultivo (Tabela 23).

Segundo FURLANI *et al.* (1978), a alface necessita de fornecimento balanceado de água e nutrientes como nitrogênio e cálcio, especialmente; além de espaçamento ideal entre plantas como observa MONDIN (1988). ALVARENGA (1999) reporta o efeito residual positivo do composto orgânico no terceiro cultivo sucessivo de alface; o composto orgânico promove aumentos lineares dos pesos médios da matéria fresca, da

matéria seca e do diâmetro da cabeça, sem haver, no entanto, aumento do número de folhas por planta. Isto pode ser evidenciado nos resultados encontrados que apontam maior uniformidade - em massa por planta – no sistema hidropônico, pois, dentre os cultivos, foi o que apresentou menor desvio padrão entre as amostras (Figuras 26 c, h, o).

TABELA 23 - DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DE ALFACE CULTIVADA NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 - 2002

Determinações	Sistema de cultivo		
	Convencional ⁽¹⁾	Orgânico ⁽¹⁾	Hidropônico ⁽¹⁾
Massa do pé de alface, g	349,23±75,93 ^{b*}	540,82±57,96 ^{c*}	254,41±36,95 ^{c*}
Número de folhas	22,00±2,79 ^{b*}	28,60±2,12 ^{a*}	20,20±1,55 ^{c*}
Área foliar, cm ²	291,50±56,11 ^{b**}	346,89±16,43 ^{a**}	293,68±52,37 ^{b**}
Massa da folha fresca, g	17,01±2,46 ^{b**}	20,54±1,51 ^{a**}	11,21±1,34 ^{c**}
Massa da folha seca, g	0,87±0,18 ^{b**}	1,38±0,16 ^{a*}	0,82±0,16 ^{b**}
Umidade, g	16,14±2,29 ^{b*}	19,16±1,35 ^{a*}	10,39±1,19 ^{c*}
Nº de estômatos- face adaxial, mm ²	58,00±6,70 ^{ns**}	53,00±8,19 ^{ns**}	54,00±6,97 ^{ns**}
Nº de estômatos- face abaxial, mm ²	80,90±5,91 ^{a**}	59,60±4,32 ^{c**}	68,00± 9,28 ^{b**}
Espessura do limbo, µm	270,00±2,37 ^{ns**}	264,00±2,30 ^{ns**}	259,00±2,70 ^{ns**}
Área total do desenho do segmento de limbo, cm ²	27,91±3,29 ^{ns**}	28,90±3,74 ^{ns**}	29,11±4,52 ^{ns**}
Área lacunar do desenho do segmento de limbo, cm ²	5,55±1,19 ^{b*}	4,68 ± 1,17 ^{c*}	8,01± 1,00 ^{a*}

NOTA: (1) Média ± desvio padrão

n = Número de amostras analisadas = 10

(*) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para p≤0,0001.

(**) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para p≤0,05.

(ns**) Indica valor com diferença não significativa (p>0,05) dos demais na mesma linha.

A alface cv. Verônica cultivada no sistema orgânico (Figura 26o) mostrou maior peso em relação ao sistema convencional (Figura 26c) e ao hidropônico (Figura 26h), concordando da observação feita por ALVARENGA (1999) quando afirma que a planta é mais responsiva à adubação orgânica no terceiro cultivo sucessivo de alface. As amostras de alface orgânica apresentaram cerca de 100% mais peso por planta que a alface hidropônica em ponto de comercialização e 55% mais peso por planta que a alface convencional.

Em relação ao número de folhas por planta comercializável, as amostras analisadas apresentaram diferenças significativas (p<0,0001) entre as alfaces produzidas nos três diferentes sistemas de cultivo (Tabela 23).

FIGURA 26 - ALFACE CRESPA CV. VERÔNICA - PLANTA INTEIRA



NOTA: *Lactuca sativa* cv.Verônica - Fig. 26c - Alface crespa convencional, Barra = 10cm; Fig. 26h - Alface crespa hidropônica, Barra = 10cm; Fig. 26o - Alface crespa orgânica, Barra = 10cm.

O número de folhas por planta pronta para ser comercializada depende de fatores que vão desde o suprimento correto de cálcio e nitrogênio, no caso da alface, como já mencionado, até o manejo na coleta e embalagem para comercialização. Segundo VIDIGAL *et al.* (1995), o composto orgânico não leva a um aumento do número de folhas por planta. Os resultados obtidos podem decorrer do fato de a alface orgânica (Figura 26o) ser, na maioria dos casos, comercializada diretamente pelo produtor, através de feiras livres, ou acondicionada em sacos plásticos e colocadas em lugares específicos para produtos orgânicos nos supermercados.

Por outro lado, a alface convencional é majoritariamente comercializada nos supermercados e não recebe o mesmo tratamento dispensado à alface orgânica, o que pode acarretar perda de folhas desde o produtor até o consumidor final (Figura 26o). Já a alface hidropônica (Figura 26h) recebe tratamento semelhante ao dispensado à alface orgânica nos supermercados, o que leva a crer que o resultado apresentado pela alface hidropônica guarde maior relação com o sistema de cultivo que com o manuseio pós-colheita. Apesar disso, as amostras de alface orgânica apresentaram 30% mais folhas que as convencionais e 41% mais folhas que as hidropônicas.

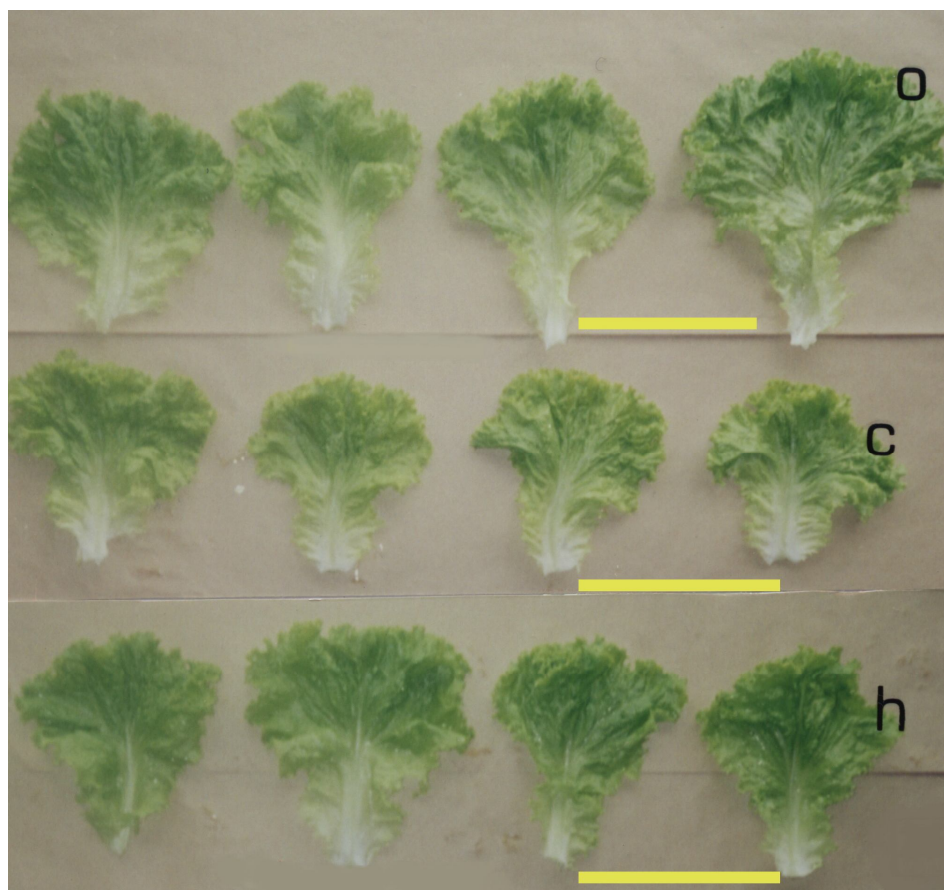
Os valores de área foliar são diferentes ($p < 0,05$) entre o cultivo orgânico e os cultivos convencional e hidropônico, que não diferem entre si (Tabela 23).

Pelos valores de área foliar apresentados, pode-se dizer que a alface orgânica possui cerca de 19% mais superfície foliar em relação aos cultivos convencional e hidropônico, os quais mostraram não ser significativamente ($p < 0,05$) diferentes entre si (Figura 27). Esse dado discorda do observado por BONA (1999) quando se refere à maior área foliar de *Bacopa salzmanii*, uma planta anfíbia, quando em ambiente aquático.

Quanto ao peso fresco por folha analisada, o sistema orgânico foi o que produziu folhas com maior peso fresco (Tabela 23), seguido dos cultivos convencional e hidropônico, sendo estatisticamente significativa ($p < 0,05$) a diferença entre eles. Os resultados mostram que as folhas frescas da alface orgânica possuem, em média, 21% mais massa que as da alface convencional e 83% mais massa que as da alface

hidropônica (Figura 27h). A análise estatística dos dados revelou que os valores de massa de folha fresca estão diretamente relacionados à área foliar (Tabela 23). Este parâmetro, massa da folha fresca, juntamente com o número de folhas por planta, contribuem diretamente para a massa total por planta. Apesar de ser possível que haja ocorrido perdas significativas de folhas no manejo pós colheita da alface convencional, a diferença entre a massa da folha fresca convencional e a da orgânica leva a crer que ainda que a alface convencional tivesse o mesmo número de folhas da alface orgânica, esta planta possuiria mais massa que aquela.

FIGURA 27 - FOLHAS DE ALFACE CRESPA CV. VERÔNICA



NOTA: *Lactuca sativa* cv. Verônica - (o) Folhas de alface orgânica, Barra = 20cm; (c) Folhas de alface convencional, Barra = 20cm; (h) Folhas de alface hidropônica, Barra = 20cm.

Os dados referentes à massa de folha seca (Tabela 23) mostram que o sistema orgânico apresentou diferença significativa ($p < 0,0001$) em relação aos sistemas

convencional e hidropônico que não diferiram entre si ($p > 0,05$). Este parâmetro guarda profunda relação com o anterior, massa da folha fresca e com a área da folha adulta (Figura 27).

Os valores encontrados para umidade (Tabela 23), mostram diferenças significativas ($p < 0,0001$) entre os três sistemas de manejo, sendo diretamente proporcionais aos de área foliar e massa fresca nos respectivos cultivos (Figura 27).

Menor relação parece haver entre massa da folha seca e a estrutura morfológica. Como pode ser observado na Figura 28, o mesofilo da alface orgânica (Figura 28o) apresenta células mais densamente agrupadas, em relação ao mesofilo da planta hidropônica (Figura 28h) que possui grandes espaços intercelulares, o que pode contribuir para a diferença entre as massas de folha seca. No entanto, apesar do mesofilo da alface convencional (Figura 28c) possuir menor área referente a lacunas quando comparada à alface hidropônica, a folha seca desta possui tanta massa quanto daquela.

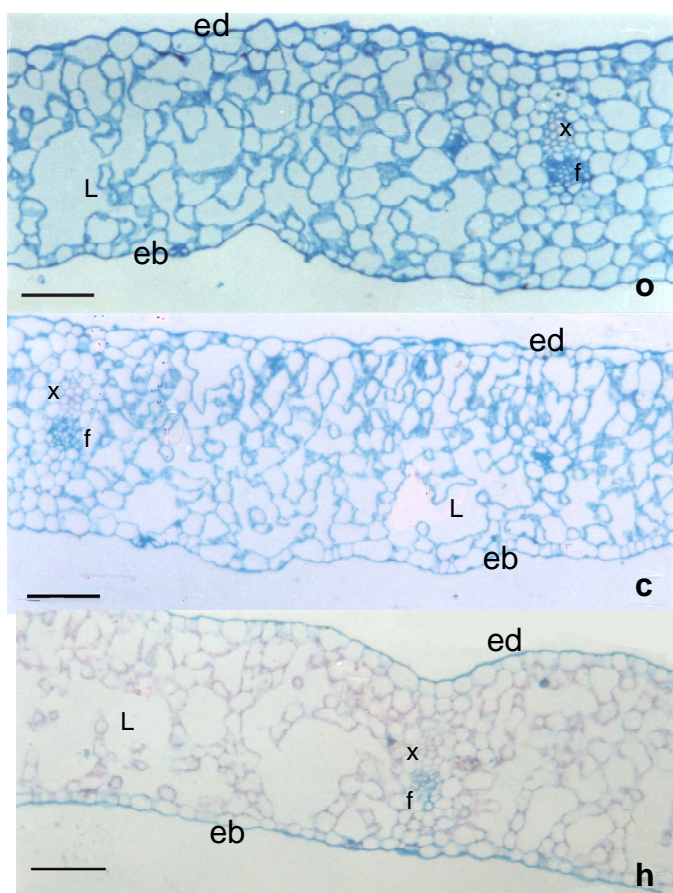
A análise estatística das medidas de espessura do limbo mostra que não há diferença significativa ($p > 0,05$) entre os três diferentes sistemas de manejo de alface. As médias de espessura do limbo em dez amostras de cada cultivo foram: 264 μm referente ao limbo de alface orgânica (Figura 28o), 270 μm referente à alface convencional (Figura 28c) e 259 μm referente à alface hidropônica (Figura 28h).

Como visto, a espessura do limbo não constituiu um parâmetro variável entre os três sistemas de cultivo. Além disso, todas as imagens projetadas do limbo possuíam 10 cm de comprimento. Portanto, a área total do desenho esquemático do limbo, obtido a partir da projeção, e medida pelo sistema de planimetria, não expressou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os sistemas de cultivo, obtendo-se média de 27,907 cm^2 no cultivo convencional, 29,114 cm^2 no cultivo hidropônico e 28,904 cm^2 no cultivo orgânico.

Desse modo, os valores das áreas lacunares do limbo (Tabela 23) constituem a média da área lacunar contida em aproximadamente 28 cm^2 de área total do desenho esquemático do limbo. Pôde-se notar que houve diferença significativa ($p < 0,0001$) entre os três cultivos, sendo o limbo da alface orgânica aquele que apresentou menor

porcentagem de área lacunar em relação à área total dos segmentos, analisados 16,18%. O limbo da alface hidropônica apresentou a maior área lacunar, 27,51% da área total. O limbo da alface convencional mostrou valores intermediários para área lacunar em relação aos da alface orgânica e hidropônica, 19,90% da área total.

FIGURA 28 - SECCÕES TRANSVERSAIS, TERÇO MÉDIO DO LIMBO DE FOLHAS DE ALFACE ORGÂNICA, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICA



NOTA: Folha de *Lactuca sativa* cv. Verônica – Fig.28 o, c, h: orgânica; convencional e hidropônica, respectivamente. (ed) epiderme adaxial, (eb) epiderme abaxial, (x) xilema, (f) floema, (L) lacuna. Barra = 100 μ m.

Os valores referentes à área lacunar nos segmentos de limbo analisados são compatíveis com o que mostra a Figura 28. Os resultados estão de acordo com observações de BONA (1999) referentes às folhas de *Bacopa monnierioides*, uma espécie anfíbia que apresenta maior área lacunar nas plantas aquáticas. O mesofilo da

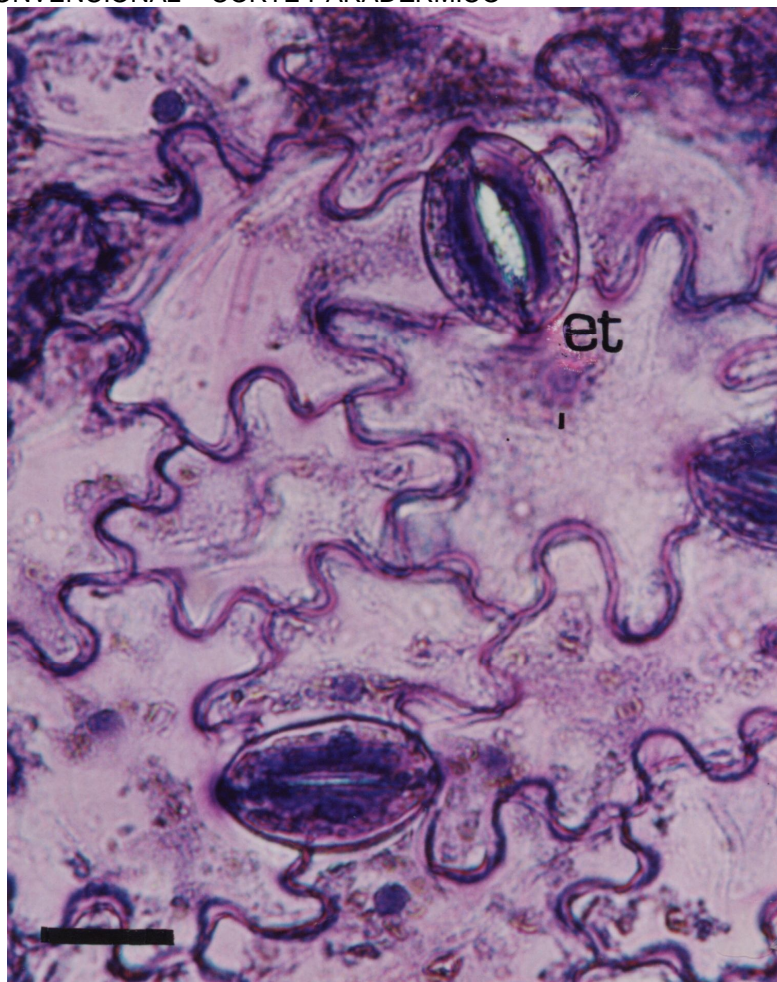
folha da alface hidropônica demonstrou ser estruturalmente semelhante ao que SCULTHORPE (1967), ESAU (1987) e FAHN (1990) reportaram sobre as folhas de plantas aquáticas. As folhas de alface hidropônica (Figura 28h) apresentaram 71% mais área referente à parênquima lacunoso por segmento analisado que a alface orgânica (Figura 28o) e 44% mais que a alface convencional (Figura 28c).

Os valores referentes ao número de estômatos (Tabela 23) na unidade medida de epiderme da face adaxial não são significativamente diferentes ($p>0,05$) entre os cultivos convencional, hidropônico e orgânico. Numa área de 1mm^2 , a face adaxial do limbo da alface convencional apresentou em média 58 estômatos, a alface hidropônica 54 e a orgânica 53 estômatos. Quanto ao aspecto anatômico, foram observados estômatos anomocíticos circundados por células de formato irregular com paredes anticliniais sinuosas (Figura 28) em ambas as faces da folhas de alface cultivada nos diferentes sistemas de manejo.

O menor número de estômatos na face abaxial da folha de alface orgânica pode ser explicado pela maior área de suas folhas (Figura 29o), pois o crescimento da folha afasta os estômatos entre si na superfície. No entanto, apesar das áreas médias das folhas da alface convencional e da alface hidropônica não serem significativamente diferentes entre si, aquela apresentou maior número de estômatos na face abaxial em relação a esta. Este resultado concorda com o observado por BONA (1999) para a espécie anfíbia *Bacopa salzmanii*, na qual o número de estômatos das plantas aquáticas é menor que o das plantas terrestres.

Segundo SCULTHORPE (1967), apesar da existência de grandes áreas lacunares e a presença de estômatos facilitarem a absorção de oxigênio e de dióxido de carbono, elas também facilitam a perda de vapor d'água através das folhas. A alface hidropônica apresentou maior área lacunar no mesófilo da folha em relação aos dois outros sistemas (Figura 28). Por outro lado, apresentou menor número de estômatos em relação ao cultivo convencional (Tabela 23, Figura 29), o que pode indicar uma forma de compensação do vapor d'água que seria perdido devido à existência de um parênquima lacunoso significativamente mais desenvolvido em relação ao encontrado nas folhas das alfaces dos demais cultivos.

FIGURA 29 - VISTA FRONTAL DA EPIDERME DA FACE ABAXIAL DA FOLHA DE ALFACE CONVENCIONAL – CORTE PARADÉRMICO



NOTA: Folha de *Lactuca sativa* cv. Verônica. et = estômato. Barra = 25 μ m.

Essa conjunção de fatores pode explicar o teor de umidade encontrado para as folhas de alface hidropônica (Tabela 23), podendo levar as folhas de alface hidropônica a murcharem mais rapidamente quando fora da solução nutritiva, em relação às folhas de alface orgânica e convencional. Neste sentido, a alface hidropônica poderia apresentar um menor tempo de conservação em relação ao frescor, vitalidade e textura, uma vez que ao serem expostas para a venda, suas raízes não ficam mais em contato com líquidos. Segundo CHITARRA (1990), o conteúdo de água é responsável pela turgidez dos tecidos, conferindo também uma boa aparência.

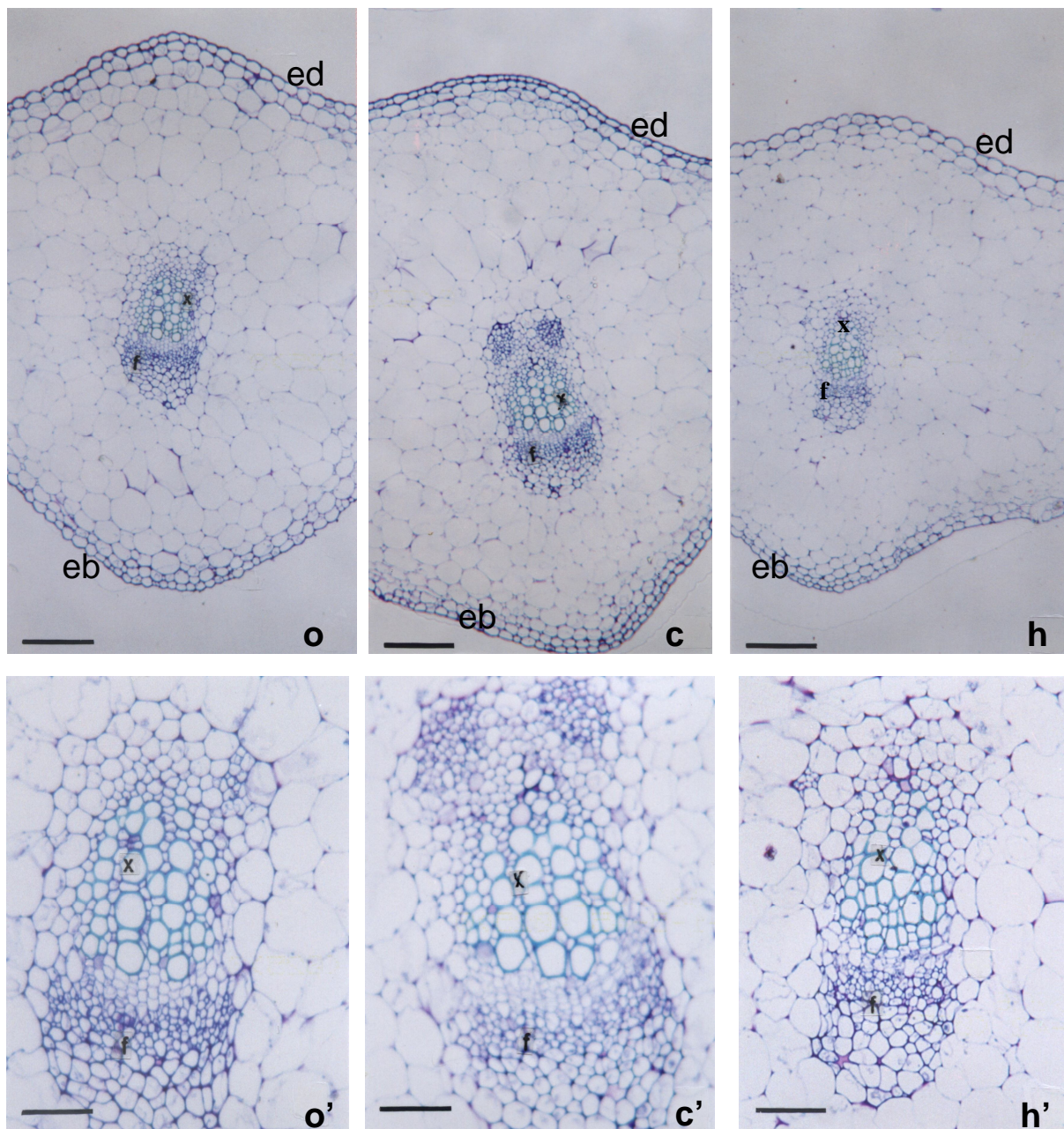
O feixe vascular da nervura central da folha de alface hidropônica mostrou-se menos desenvolvido, principalmente em relação às folhas de alface convencional (Figura 30), sugerindo uma estruturação mais delicada e menos resistente. Conforme observado na Tabela 7, p. 93, a folha de alface hidropônica foi a que apresentou um menor teor de fibra alimentar em sua composição nutricional, quando comparada com a folha da alface convencional e orgânica, 1,97; 1,67 e 1,65 g/100g massa fresca, respectivamente, embora essa diferença não tenha se apresentado estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). Segundo FILISETTI (2001), a fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas, responsáveis também pela estrutura das plantas. A fibra alimentar promove efeitos fisiológicos benéficos nos seres humanos, tais como, maior digestibilidade, laxação e/ou atenuação do colesterol sanguíneo, e/ou atenuação da glicose sanguínea”.

4.2 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE **AGRIÃO** (*Nasturtium officinale*) CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

É muito similar o aspecto geral de *Nasturtium officinale* cultivado nos sistemas orgânico e convencional, diferindo, no entanto, da planta cultivada em hidroponia. O agrião hidropônico apresenta aspecto mais delicado, com caule mais fino e menor número de folhas no ápice do caule (Figura 31h), em relação ao agrião convencional e ao agrião orgânico (Figura 31o).

Os parâmetros largura e comprimento da folha do agrião estavam estatisticamente relacionados entre si, pois as folhas possuem formas arredondadas (Figuras 31h e 31o), e correlacionavam-se diretamente com a área da folha. Por isso, os resultados referentes à área foliar estão expressos como raiz quadrada da área total encontrada. Dessa forma pode-se avaliar também os valores de altura e comprimento foliar nos diferentes cultivos (Tabela 24).

FIGURA 30 - SECÇÕES TRANSVERSAIS DE FEIXES VASCULARES DAS FOLHAS DE ALFACE ORGÂNICA, CONVENCIONAL E HIDROPÔNICA



NOTA: Folha de *Lactuca sativa*. Fig. 30 o, c, h: orgânica, convencional e hidropônica; Barra = 250µm.
Fig. 30 o', c', h': Detalhe da nervura central - orgânica, convencional e hidropônica; Barra= 100µm. (ed) epiderme adaxial, (eb) epiderme abaxial, (x) xilema, (f) floema.

FIGURA 31 – AGRIÃO D'ÁGUA: ASPECTO GERAL DA PLANTA



NOTA: *Nasturtium officinale*; Fig. 31h: Agrião hidropônico, Barra = 20cm; Fig. 31o: Agrião orgânico, Barra = 10cm

TABELA 24 - DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DO AGRIÃO CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 - 2002

Determinações	SISTEMA DE CULTIVO		
	Convencional ⁽¹⁾	Orgânico ⁽¹⁾	Hidropônico ⁽¹⁾
Área foliar (cm ²) – raiz quadrada	4,91±0,78 ^{a**}	4,12±0,42 ^{b**}	2,86±0,23 ^{c**}
Densidade foliar (g/ml)	0,67±0,05 ^b	0,82±0,03 ^{b*}	0,66±0,08 ^a
Concentração de clorofila <i>a</i> (µg/g)	1250,00±89,72 ^{a**}	868,00±91,07 ^{c**}	1103,00±246,25 ^{b**}
Concentração de clorofila <i>b</i> (µg/g)	308,00±89,33 ^{ns**}	248,20±61,50 ^{ns**}	270,70±50,70 ^{ns**}
Área lacunar do desenho do segmento de limbo, cm ²	5,41±1,41 ^b	5,99±1,43 ^b	9,21±0,96 ^{a**}

NOTA: (1) Média ± desvio padrão

n = Número de amostras analisadas = 10

(*) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para $p \leq 0,0001$.

(**) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

(ns**) Indica valor com diferença não significativa ($p > 0,05$) dos demais na mesma linha.

Os resultados permitem observar que as amostras obtidas no sistema de cultivo convencional apresentaram cerca de 71% mais área foliar que as hidropônicas (Figura 31h) e 19,5% mais que as orgânicas (Figura 31o).

Durante a análise estatística dos dados da massa e do volume da folha fresca, observou-se que a razão entre eles, a densidade (Tabela 24) suprimia a análise de seus valores separadamente. Além do que, os valores de massa e volume da folha fresca estão diretamente relacionados à área foliar (Figuras 31h e 31o). Pelos resultados obtidos pode-se dizer que *Nasturtium officinale* cultivado em sistema orgânico apresenta densidade foliar aproximadamente 22% maior em relação aos outros dois sistemas. Os valores de densidade foliar para os cultivos convencional e hidropônico não diferiram significativamente entre si ($p>0,05$).

Segundo a análise estatística, a concentração de clorofila *a* difere significativamente ($p<0,05$) nos três cultivos estudados. Já a concentração de clorofila *b* mostrou não diferir segundo o cultivo ($p>0,05$) (Tabela 24).

O tratamento estatístico dos dados mostra que as folhas de agrião no cultivo convencional possuem concentração de clorofila *a* cerca de 44% maior em relação aos outros dois cultivos.

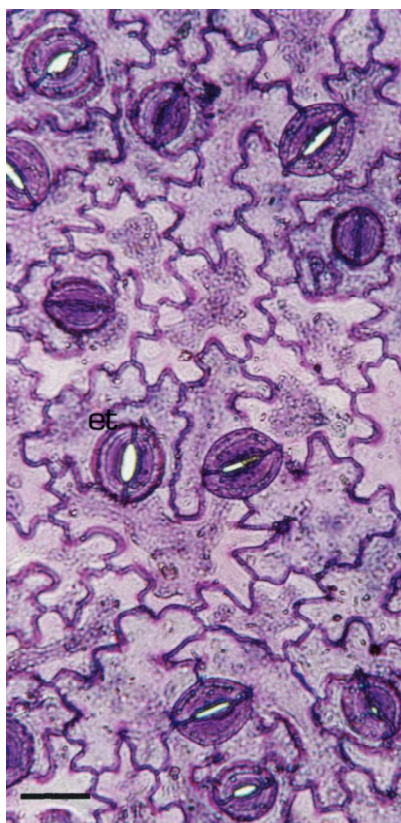
De acordo com LAMBERS *et col.* (1998), o espaçamento entre as plantas, a luminosidade local no dia da coleta e os espaços intercelulares para trocas gasosas (especialmente dióxido de carbono) são fatores que afetam a produção de clorofila. Plantas que crescem sob restrição hídrica sofrem um aumento reflexo de fotossíntese em resposta à elevação da concentração de CO₂ provocada nestes casos.

O cultivo de agrião por manejo hidropônico pode, paradoxalmente, desenvolver um quadro semelhante, pois no cultivo desta hortícola, em algumas propriedades, o fluxo de solução nutritiva não é contínuo ou não é devidamente oxigenado, favorecendo o acúmulo de CO₂ nos espaços intercelulares, durante um espaço de tempo mais ou menos longo, o que estimula o aumento na concentração de clorofila, em especial clorofila *a*, elevando a taxa de fotossíntese (PEARCY e BJORKMAN, 1983). Por outro lado, solos argilosos e ricos em matéria orgânica favorecem a retenção de água para ser aproveitada pela planta (FILGUEIRA, 1982), facilitando as trocas gasosas, o que

poderia levar à redução da concentração de clorofila *a*, como observado no agrião orgânico. Além disto, como verificado por THOMSON e OCKEY (2002) e por VAN IERSEL e BUGBEE (1998), alguns fungicidas podem provocar aumento na fotossíntese.

Quanto ao número de estômatos, a análise de 1mm² da epiderme da face abaxial da folha de agrião mostrou que a planta hidropônica apresentou, em média, 159 estômatos; a orgânica 181 estômatos e a convencional 159. Houve grande variação nos valores de número de estômatos em cada um dos grupos de cultivo. O estudo estatístico dos dados demonstrou que seria necessário um espaço amostral muito superior (centenas de plantas) ao adotado para que fosse possível a comparação deste parâmetro nos três diferentes cultivos. O aspecto estrutural dos estômatos também não se modificou com o cultivo (Figura 32).

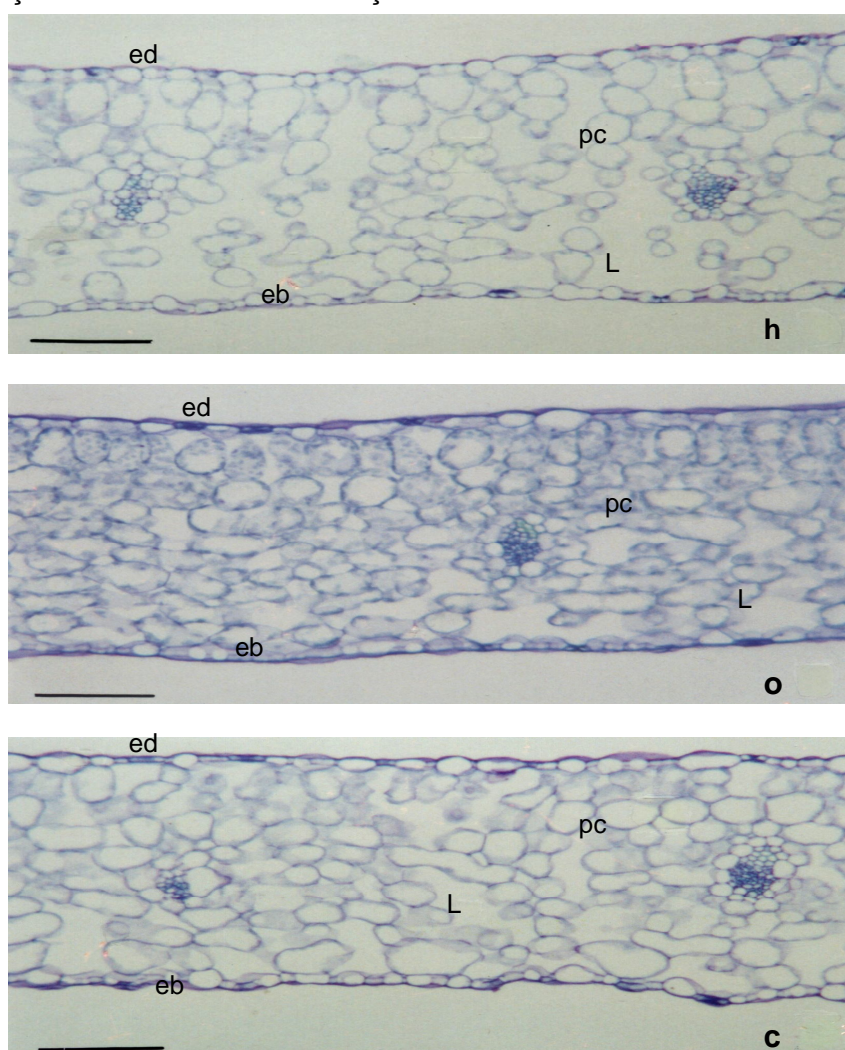
FIGURA 32 - VISTA FRONTAL DA EPIDERME DA FACE ABAXIAL DA FOLHA DE AGRIÃO ORGÂNICO



NOTA: *Nasturtium officinale*; Vista frontal da epiderme da face abaxial da folha de agrião orgânico, Barra = 25 µm; (et) estômato.

O mesofilo da lâmina foliar do agrião orgânico (Figura 33o) apresenta uma maior quantidade de células em relação ao agrião hidropônico (Figura 33h) e ao convencional (Figura 33c). Além disto, o mesofilo na planta orgânica mostra uma distinção mais clara entre as faces adaxial e abaxial em relação ao mesofilo dos outros cultivos, porém o parênquima clorofiliano não é tipicamente paliçádico como referido por ALQUINI e TAKEMORI (2000).

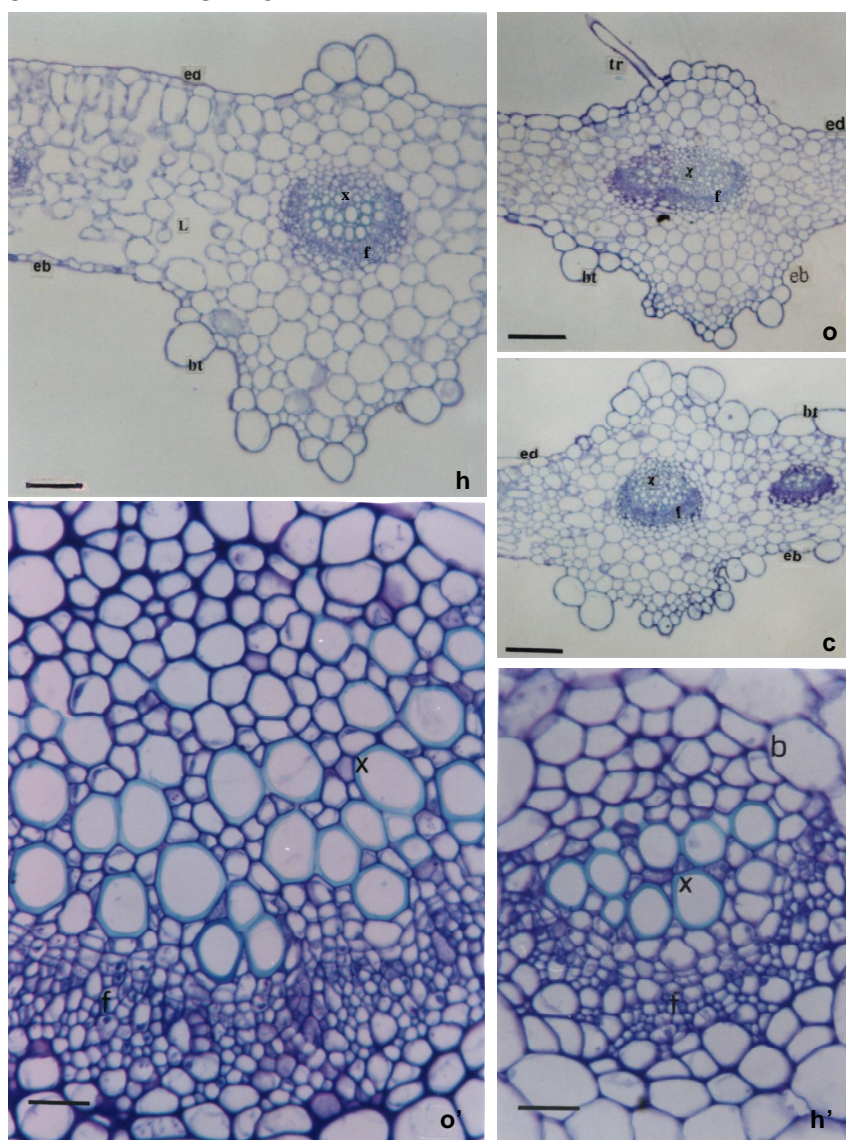
FIGURA 33 - SECÇÃO TRANSVERSAL DO TERÇO MÉDIO DO LIMBO DA FOLHA DE AGRIÃO



NOTA: *Nasturtium officinale*; **Fig. 33h**: Secção transversal do terço médio do limbo da folha de agrião hidropônico, Barra = 100µm; **Fig. 33o**: Secção transversal do terço médio do limbo da folha de agrião orgânico, Barra = 100µm; **Fig. 33c**: Secção transversal do terço médio do limbo da folha de agrião convencional, Barra = 100µm., (ed) epiderme adaxial, (eb) epiderme abaxial, (pc) parênquima clorofiliano, (L) lacuna.

O feixe vascular da nervura central das folhas de agrião hidropônico (Figura 34h) parece não ser tão desenvolvido quanto ao dos outros cultivos (Figuras 34o e 34c), apresentando redução principalmente no xilema, conforme avalia ESAU (1987)

FIGURA 34 - SECÇÕES TRANSVERSAIS NO TERÇO MÉDIO DA FOLHA, AO NÍVEL DA NERVURA CENTRAL DE AGRIÃO



NOTA: *Nasturtium officinale*. **Fig. 34h:** Agrião hidropônico, Barra = 100µm; **Fig. 34o:** Agrião orgânico, Barra = 250µm; **Fig. 34c:** Agrião convencional, Barra = 250µm; **Fig. 34o':** Nervura central da folha de agrião orgânico, Barra = 25µm; **Fig. 34h':** Nervura central da folha de agrião hidropônico, Barra = 25µm. (ed) epiderme adaxial, (eb) epiderme abaxial, (x) xilema, (f) floema, (L) lacuna, (bt) célula da base do tricoma, (tr) tricoma, (b) bainha do feixe vascular.

para as folhas hidromorfas que apresentam como caracteres comuns grandes espaços contendo ar, pequena quantidade de esclerênquima e sistema vascular menos desenvolvido em comparação com as folhas de plantas terrestres. Estas características podem sugerir uma estrutura mais delicada (Figura 33h) e menos resistente, com menos células lignificadas e paredes menos espessas.

Conforme observado na Tabela 6, p. 90, o agrião hidropônico foi o que apresentou um menor teor de fibra alimentar, quando comparado com o agrião convencional e orgânico, 1,99; 2,30 e 1,62 g/100 g massa fresca, respectivamente, embora essa diferença não tenha se apresentado estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). A fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas, responsáveis pela estrutura das plantas, além de promover efeitos fisiológicos benéficos nos seres humanos, tais como, maior digestibilidade, laxação e/ou atenuação do colesterol sanguíneo, e/ou atenuação da glicose sanguínea” (FILISSETTI, 2001).

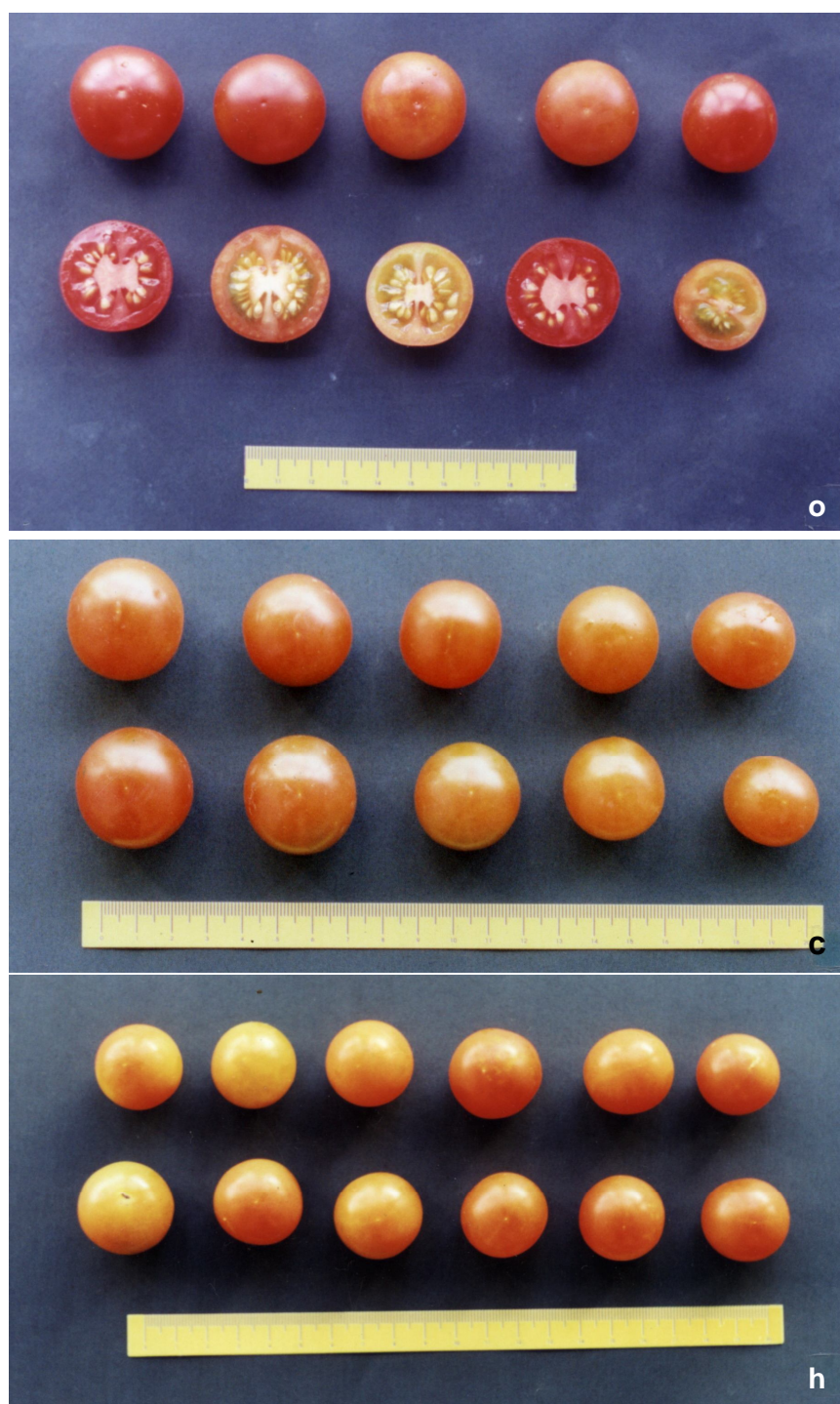
4.3 ANÁLISE ESTRUTURAL DE **TOMATE** (*Lycopersicon esculentum* cv. Cerasiforme) CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO

Pelos resultados da análise de massa, detectou-se que as amostras dos frutos de *Lycopersicon esculentum* cultivados no sistema orgânico possuem cerca de 31% mais massa que as amostras dos outros cultivos, sendo esta diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 25).

O diâmetro dos frutos orgânicos e hidropônicos foi semelhante e cerca de 28% maior que o dos frutos convencionais, diferindo significativamente destes ($p < 0,05$) (Tabela 25).

O volume (Tabela 25) dos frutos convencional e hidropônico foi semelhante (Figuras 35c e 35h), mas diferiram significativamente do volume médio do fruto orgânico (Figura 35o) este, cerca de 24% maior.

FIGURA 35 - TOMATE CEREJA: ASPECTO GERAL DO FRUTO



NOTA: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*. **Fig. 35o**: Tomate cereja orgânico, Barra = 10cm; **Fig. 35c**: Tomate cereja convencional, Barra = 20cm; **Fig. 35h**: Tomate cereja hidropônico, Barra = 20cm.

TABELA 25 - DETERMINAÇÕES ESTRUTURAIS DE *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* CULTIVADO NOS SISTEMAS CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO – RMC, 2001 - 2002

Determinações	Sistema de Cultivo		
	Convencional ⁽¹⁾	Orgânico ⁽¹⁾	Hidropônico ⁽¹⁾
Massa (g)	13,23±2,50 ^b	17,33±3,30 ^{a*}	14,50±3,12 ^b
Diâmetro (mm ²)	24,84± 2,21 ^{b**}	31,77±1,66 ^a	30,06±2,18 ^a
Volume (ml)	13,73±2,41 ^b	17,00±3,23 ^{a*}	14,30±2,91 ^b
Densidade (g/ml)	0,96±0,03 ^{b*}	1,02±0,05 ^a	1,01±0,04 ^a

NOTA: (1) média ± desvio padrão

n= número de amostras analisadas = 50

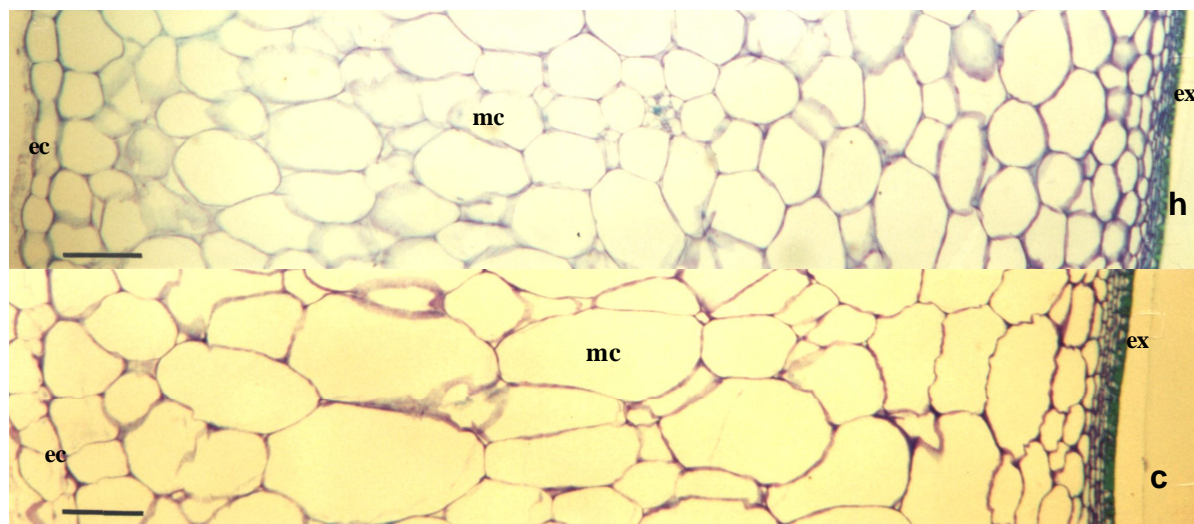
(*) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para $p \leq 0,0001$.

(**) Médias na mesma linha com letras diferentes diferem significativamente entre os tratamentos para $p \leq 0,05$.

A densidade dos frutos do tomate cereja orgânico e hidropônico é semelhante, sendo significativamente maior que a densidade dos frutos do cultivo convencional ($p \leq 0,05$) (Tabela 25).

A espessura média do pericarpo de tomate cereja foi de 3,61 mm no cultivo orgânico, 3,33 mm no cultivo convencional, e 3,70 mm no cultivo hidropônico, sendo estatisticamente iguais (Figura 36h e 36c).

FIGURA 36 – SECÇÕES TRANSVERSAIS DO EPICARPO DO TOMATE CEREJA HIDROPÔNICO E CONVENCIONAL

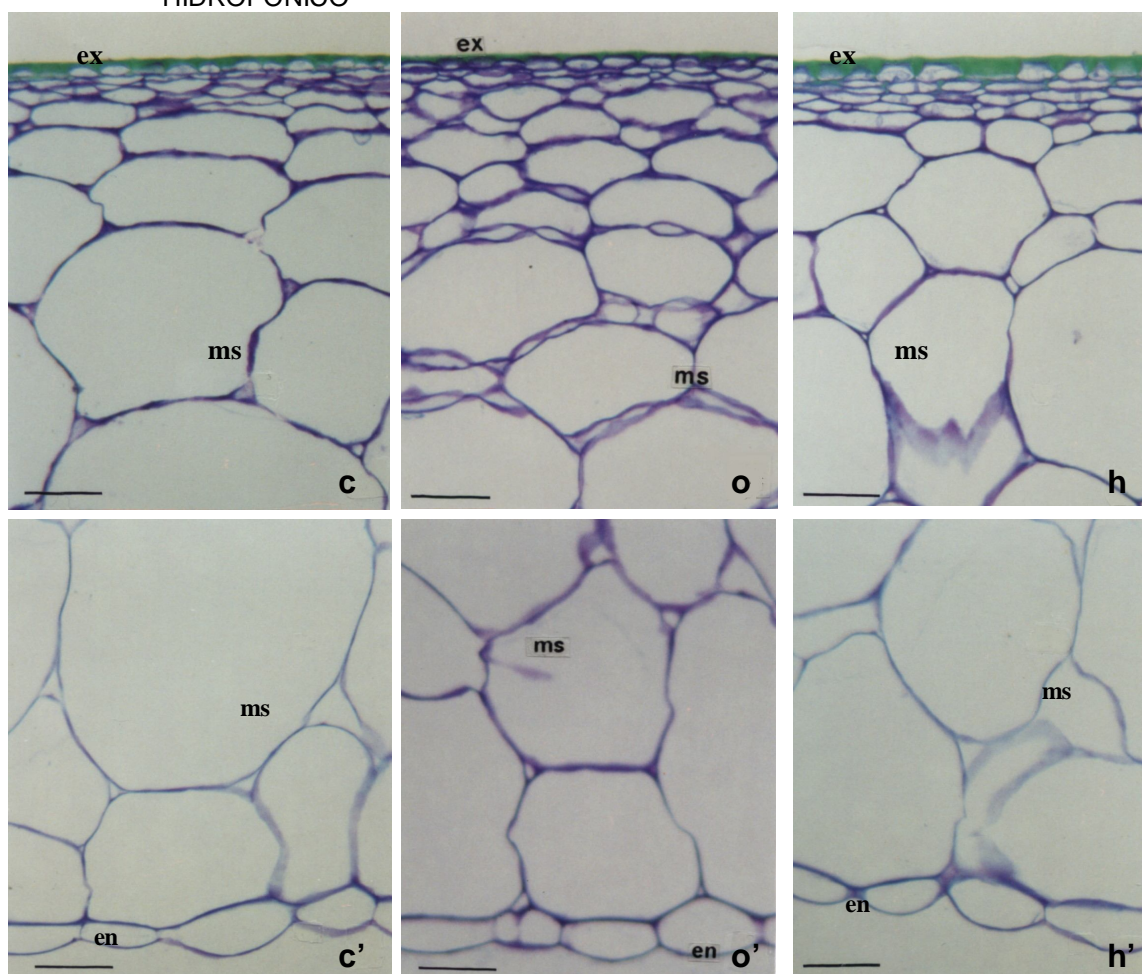


NOTA: *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*. Fig. 36h: Fruto hidropônico, Barra = 250µm; Fig. 36c: Fruto convencional, Barra = 250µm. (ex) exocarpo, (ec) endocarpo, (mc) mesocarpo.

Não foram notadas diferenças estruturais no exocarpo e endocarpo do fruto de *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, entre os sistemas de cultivo hidropônico, convencional e orgânico (Figura 36c).

O pericarpo dos frutos cultivados de forma orgânica e hidropônica apresentou mesocarpo parenquimático, com maior quantidade de células de menor tamanho, deferindo estruturalmente dos frutos cultivados de forma convencional (Figura 37).

FIGURA 37 - SECÇÕES TRANSVERSAIS DO TOMATE CEREJA CONVENCIONAL, ORGÂNICO E HIDROPÔNICO



NOTA: Fruto de *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*. **Fig. 37 c, o, h:** Epicarpo do fruto convencional, orgânico e hidropônico, respectivamente; Barra = 100µm. **Fig. 37 c', o', h':** Endocarpo do fruto convencional, orgânico e hidropônico, respectivamente; Barra = 100µm. (ex) exocarpo, (ec) endocarpo, (mc) mesocarpo.

Todavia, para confirmar esse dado seria necessário contar e medir as células para verificar se há diferença estatística entre os tipos de cultivos, neste parâmetro. Essa característica provavelmente é a que confere a maior densidade dos frutos orgânico e hidropônico em relação aos frutos do sistema convencional.

O maior número de células pode explicar a diferença no valor da densidade do fruto. Apesar disso, os valores de densidade equivalentes para fruto orgânico e hidropônico devem-se ao fato da relação massa/volume encobrir a diferença entre os valores de massa e volume separadamente, ou seja, mesmo que o tomate cereja hidropônico tenha apresentado menor massa e volume em relação ao fruto orgânico, a razão entre estes dois parâmetros é a mesma para os dois cultivos.

O tomate cereja orgânico apresentou maior massa e maior volume em relação aos outros dois cultivos, o que pode ser explicado, entre inúmeros fatores, pelo solo rico em matéria orgânica com maior capacidade de retenção de água utilizável pela planta e teor satisfatório de fósforo e potássio, elementos importantes no ganho de peso pelo fruto (SGANZERLA, 1995).

A aplicação de fungicidas e herbicidas pode ter afetado o ganho de peso fresco do fruto de *Lycopersicon esculentum* nas plantas convencionais e hidropônicas, como mostram para plantas ornamentais (THOMSON e OCKEY, 2002; VAN IERSEL e BUGBEE, 2002).

4.4 ASPECTOS COMUNS ÀS HORTÍCOLAS ANALISADAS

Segundo LAMBERS *et al.* (1998), numerosos exemplos têm sido dados sobre como diferenças em fotossíntese podem promover genótipos de sobrevivência em ambientes específicos, como diferenças entre plantas aquáticas e terrestres e plantas que diferem umas das outras pela eficiência com que utilizam água e nitrogênio.

Mas, não se pode derivar, a partir de medidas de fotossíntese de folhas isoladas, o que a planta inteira apresenta em taxa de fotossíntese, nem tão pouco o que apresenta em taxa de crescimento da planta; no entanto, estas taxas são determinadas pela área

total de folha por planta e pela fração de produtos de fotossíntese diários, requeridos na respiração (LAMBERS *et al.*, 1998).

As hortícolas deste trabalho, tomate cereja, alface crespa e agrião d'água, são cultivadas há muito tempo. No entanto, a adaptação destas plantas às condições diversas de nutrientes, estrutura do substrato, temperatura e disponibilidade de água parece seguir o padrão de adaptação apresentado pelas plantas que não sofreram cultivo sistemático pelo homem. Um exemplo disto são as plantas hidropônicas que apresentaram maiores espaços intercelulares, assim como a planta aquática de *Bacopa salzmanii* (BONA, 1999), e redução de esclerênquima e tecido de condução, especialmente xilema, como observado nas plantas aquáticas (FAHN, 1990). O parênquima clorofiliano da lâmina de *Lactuca sativa* e *Nasturtium officinale*, cultivados em hidroponia, apresentam grandes áreas lacunares (Figuras 34 a 36 e 47 a 49), o que é compatível com as observações de SCULTHORPE (1967) para as plantas hidrófitas, possuidoras de aerênquima desenvolvido. A presença de espaços intercelulares possibilita um aumento de trocas gasosas. FAHN (1990) sugere que em algumas plantas (*Helianthus annuus*), quando em ambientes aquáticos, sofrem deficiência em oxigênio, sendo então disparado um sistema de estimulação anaeróbica de produção de etileno, o qual causa um aumento da atividade de celulase; esta atividade resulta na desintegração de células, formando aerênquima.

A aplicação de fungicidas pode ter afetado o ganho de peso das folhas de *Lactuca sativa* e *Nasturtium officinale*, bem como no ganho de peso fresco pelo fruto de *Lycopersicon esculentum* nas plantas convencionais e hidropônicas, como mostram para plantas ornamentais, THOMSON E OCKEY (2002) e VAN IERSEL E BUGBEE (2002).

5 CONCLUSÃO

As plantas de **alface** (*Lactuca sativa* L.) cultivadas de forma convencional, orgânica e hidropônica apresentaram as seguintes características:

- Maior peso por planta no cultivo orgânico, menor no cultivo hidropônico.
- Maior número de folhas por planta no sistema orgânico e menor no sistema hidropônico.
- Maior peso por folha fresca na planta orgânica e menor na planta hidropônica.
- Massa por folha seca igual para os cultivos convencional e hidropônico mas, ambos possuem menor massa por folha seca em relação ao cultivo orgânico.
- Quantidade de água por folha maior no cultivo orgânico, menor no hidropônico; sendo este parâmetro relacionado à área foliar e ao peso fresco da folha.
- A planta cultivada no sistema orgânico apresentou maior área foliar em relação aos cultivos convencional e hidropônico.
- Mesofilo com grandes espaços intercelulares no parênquima lacunoso da planta hidropônica.
- Maior número de estômatos na epiderme abaxial da planta convencional e menor na orgânica.

O **agrião** expressou diferenças estruturais quantitativas segundo o sistema de manejo em que foi cultivado. O *Nasturtium officinale* apresentou as seguintes características:

- Mesofilo dorsiventral com grandes espaços intercelulares, especialmente no parênquima lacunoso da planta hidropônica.
- Maior densidade foliar na planta orgânica.
- Maior concentração de clorofila *a* nas plantas convencional e hidropônica.
- Maior área foliar na planta convencional.
- Feixe vascular aparentemente menos desenvolvido na planta hidropônica com redução do xilema.

O tomate cereja (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme*) apresentou diferenças estruturais quantitativas segundo o sistema de manejo em que foi cultivado:

- Maior diâmetro do fruto nos cultivos orgânico e hidropônico, em relação ao sistema convencional.

- Maior peso por fruto no cultivo orgânico.
- Volume maior no fruto orgânico.
- Densidades dos frutos orgânico e hidropônico, equivalentes, e maiores que a do fruto convencional.
- Maior número de células no mesocarpo do tomate cereja orgânico e hidropônico, aparentemente.
- As espécies *Nasturtium officinale*, *Lactuca sativa*, e *Lycopersicum esculentum* var. cerasiforme apresentaram diferenças estruturais quantitativas segundo o sistema de manejo em que foram cultivadas.
- O cultivo orgânico mostrou ser o que promove maior massa tanto nas folhas de *Nasturtium officinale* e *Lactuca sativa* quanto no fruto de *Lycopersicum esculentum* var. cerasiforme.

REFERÊNCIAS

ALQUINI, Y.; TAKEMORI, N. K. **Organização estrutural de espécies vegetais de interesse farmacológico**. 1. ed. Curitiba: Fundação Herbarium de Saúde, 2000.

ALVARENGA, M.A.R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. Lavras, 1999. Tese de doutorado. UFLA.

BARNES, J.D.; BALAGER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A.W.A reappraisal of use of DMSO for extration and determination of chlorophylls *a* and *b* in lichens and higher plants. **Environ. Exp. Botany**. v. 32, p. 85-100, 1992.

BONA, C. **Adaptações morfo-antômicas dos órgãos vegetativos de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. ex Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambiente terrestre e aquático**. São Paulo, 1999. Tese doutoramento em Botânica – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. IN nº 007/MAPA de 17 de maio de 1999. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção I de 19/05/99, p. 11-14, 1999.

_____. Presidência da República. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, seção 1, p. 8, 2003.

_____. Secretaria de Defesa Agropecuária Instrução Normativa nº 6, de 10 de Janeiro de 2002. Dispõe sobre termos credenciamento, inspeção e certificação de Produção Orgânica. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de janeiro de 2002. Disponível: http://acd.ufrj.br/consumo/legislacao/n_ma_in06_02.htm Acesso em 2 fev. 2004.

BRITO, C.J.F.A. **Organização estrutural e digestibilidade *in vitro* de caules lâminas e bainhas foliares de cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum. (Poaceae)**, Curitiba/Pr. Dissertação de mestrado em Botânica. Setor de Ciências Biológicas, UFPR, 1997.

BRITO, C.J.F.A. ALQUINI, Y. A new method for staining botanical material embeded in glycol methacrylate (GMA). **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, n. 39, v. 4, p. 949-950, 1997.

CARNEIRO, I.F. **Competição entre a cultura do repolho (*Brasica oleracea* var. *capitata*) e a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo misto e em diferentes densidades de populações**. Piracicaba, ESALQ, 1981. (Tese de Mestrado).

CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N. **Princípios de hidroponia**. Brasília: Embrapa-CNPB, 2000. 27 p. (Embrapa-CNPB. Circular Técnica, 22).

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças**. Belo Horizonte: ESAL-FAEPE, 1990. p. 267-277.

COLLI, A. **Aspectos hormonais, anatômicos e do desenvolvimento de duas espécies de *Croton* submetidas ao alagamento**. São Paulo, 1998, 158 p. Tese doutoramento em Botânica – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

CUTTER, E.G. **Plant anatomy**. Part 2. Organs. London: Edward Arnold, 1987.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia. Cultura sem terra**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nobel, 1990. 143 p.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. 7. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1987.

FAHN, A. **Plant anatomy**. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 1990. 588 p.

FEDER, N.; O'BRIEN, T.P. Plant microtechnique: some principles and methods. **Amer. J. Bot.** v. 55, n.1, p.123-142, 1968.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**. Cultura e Comercialização de Hortícolas. Vol. II – Olericultura Especial. 2.ed, São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357 p.

FILISSETTI, T. M. C. C. **Fibra Alimentar na Produção de Alimentos Funcionais**. In: Ciclo de palestras Alimentos Funcionais: Aspectos Tecnológicos. Coordenação Técnica: TURATTI, J. M. Campinas: sbCTA – Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2001. p. 33-45.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, v.37, n.5, p.33-44, 1978.

HENDRIX, B.L. Planting distance and their economic significance in lettuce. **Groenten en Fruit**. v.32, n. 3, p. 100-1, 1976.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**. São Paulo: Freitas Bastos S.A., 1968.

JMP®. **JMP Scripting Guide**, Version 5. Copyright © 2002b SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. ISBN 1-59047-070-2. 1 CDROOM.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw Hill Book, 1940. 523 p.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T. **Plant Physiological Ecology**. Ed.1. New York: Springer-Verlag Inc., 1998.

MACIEL, R.F.P. **Estudo sobre a influência do espaçamento, níveis de irrigação e adubação na cultura de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa, UFV, 1968. Tese de mestrado.

MONDIN, M. **Influência dos espaçamentos, métodos de plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. Tese de mestrado.

MORRETES, B.L. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II. **Bol. Fac. Filos. Ciên. Let. Univ. São Paulo Ser. Bot.** v. 22, p. 207-244, 1967.

NAP-ZINN, K. **Anatomie der Blattes** II. Blattanatomie der Angiospermen. Handbuch der Pflanzenanatomie. Berlin:. Gebrüder Borntraeger, bd. VIII, n. 2A, 1974.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N.; McCULLY, M.E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue. **Protoplasma**. v.59., p.368-373, 1964.

PEARCY, R.W.; BJORKMAN, O. **Physiological effects**. In: **CO₂ and plants**. Westview: E.R.Lemon, 1983.

PETERSON, R. L. Adaptations of root structure in relation to biotic and abiotic factors. **Can. J. Bot.**, n. 70, p. 661-675, 1992.

ROTH, I. **Microtécnica vegetal**. Caracas: Universidade Central da Venezuela, 1964.

RUBATSKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. World Vegetables: principles, production and nutritive values. 2. ed., California: Chapman e Hall., 1997. p. 532-536.

SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. Iowa: The Iowa State College Press., 1951.

SCULTHORPE, C.D. **The biology of aquatic vascular plants**. New York: St. Martin's Press, 1967.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura. A fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 5. ed., Esteio: Plasticultura Gaúcha Ind. e Com. Ltda., 1995. p. 155-191.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2000. 200 p.

THOMSON, S.V.; OCKEY, S.C. **Herbicide injury to yard and garden plants**. Utah State University. Disponível em: <<http://www.biology.usu.edu>> Acesso em: 01 abr 2002.

UEDA, S. **Hidroponia**: Guia prático. São Paulo: Agroestufa Implementos Agrícolas, 1990. 50 p.

VAN IERSEL, M.W.; BUGBEE, B.G. **Fungicide effects on gas exchange and growth of bedding plants**. Utah State University. Disponível em: <<http://www.usu.edu>> Acesso em: 01 abril 2002.

VIDIGAL, S.M.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D.; FONTES, L.E.F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. In: **Revista Ceres**, v. 42, n. 239, 1995, p. 80-88.

WILL, H. Use of household refuse as compost in vegetable production. In: **Hort. abstr.**, v. 49, n. 5, p. 33-44, 1980.

CONCLUSÃO FINAL

- Em relação à **composição nutricional**, devido à amplitude dos valores encontrados, mesmo dentro de um mesmo sistema de cultivo, foram observadas poucas diferenças significativas entre as amostras, sendo essas diferenças maiores entre os sistemas convencional e orgânico em relação ao hidropônico.
- Diferenças significativas:
 - Batata orgânica > matéria seca, carboidratos, energia, açúcares
 - Morango orgânico > Na, Mg, Al, P, K, Co, Cu e Pb.
- Tendências:
 - Hidropônico > minerais em geral
 - Orgânico > Convencional - cinzas, fibras, Se, Fe e Na.
- **Nitritos e nitratos:**
 - Alface, tomate cereja e tomate salada - $O < C < H$; espinafre, morango e batata - $O < C$; agrião - $C < H < O$; couve-flor, cenoura e pepino - $C < O$.
 - Maiores concentrações (em mg/kg) de nitritos e nitratos foram: agrião C, O e H (498,37; 3259,59 e 2623,6); alface C, O e H (798,86; 459,98 e 1778,64); espinafre C e O (1376,53 e 877,73) e cenoura C e O (710,35 e 1026,68). Por consequência, com maiores restrições ao consumo.
- **Resíduos de agrotóxicos:** C: 33,87%, O: 9,68%, e H: 41,18%
 - Orgânico: níveis mais baixos, menor frequência, menos resíduos múltiplos, garantindo menor risco em relação ao consumo. Eventuais contaminações por possível poluição ambiental, poluição tecnológica acidental ou manejo inadequado.
 - Hidropônico: níveis mais altos, maior frequência, mais resíduos múltiplos. Maiores riscos associados ao consumo, configurado pela desinformação

do consumidor, uma vez que o mesmo acredita ser esse sistema de cultivo livre de agrotóxicos.

- Todas as amostras de agrião d'água apresentaram reação positiva para o dissulfeto de carbono (CS_2), com indícios de possível “falso positivo” e evidenciando a necessidade de testes confirmatórios para cada molécula.
- As espécies *Nasturtium officinale*, *Lactuca sativa*, e *Lycopersicum esculentum* var. cerasiforme apresentaram diferenças **estruturais** quantitativas segundo o sistema de manejo em que foram cultivadas.
- O cultivo orgânico mostrou ser o que promove maior massa tanto nas folhas de *Nasturtium officinale* e *Lactuca sativa* quanto no fruto de *Lycopersicum esculentum* var. cerasiforme.
- Não houve **correlação** simples entre o número de princípios ativos, a concentração de resíduos de uma mesma amostra e a concentração dos nutrientes/contaminantes analisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Independente do sistema de cultivo, os riscos associados (presença de microrganismos patogênicos, parasitas, resíduos de agrotóxicos e outros possíveis contaminantes) alertam para a necessidade de uma assepsia rigorosa em todos os alimentos, independente do sistema de cultivo.
- Embora o conjunto de estudos disponíveis mostre que a maioria dos alimentos orgânicos não contém resíduos de agrotóxicos, convém prosseguir a vigilância das produções através de planos de controle adaptados, a fim de identificar as poluições do tipo ambiental, que resultam de contaminações cruzadas ou de mau uso.
- A detecção de resíduos de agrotóxicos não autorizados ou acima dos limites máximos de resíduos em amostras de alimentos disponíveis para consumo, reforça a necessidade de uma reavaliação das boas práticas agrícolas, considerando toda a cadeia produtiva, ou seja, os distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, a assistência técnica e os profissionais envolvidos com essa atividade, os produtores rurais, as associações e os distribuidores e comerciantes de hortícolas.
- Melhores procedimentos e políticas mais claras se fazem necessárias para ajudar a assegurar que as novas regulamentações sobre orgânicos possam alcançar seu propósito de tornar os alimentos organicamente cultivados livres de resíduos detectáveis.
- Sugere-se a implementação do controle na comercialização e uso de agrotóxicos e afins no país, em especial no Estado do Paraná.
- Sugere-se ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a implementação de ações para o fortalecimento e desenvolvimento da agricultura orgânica no país, uma vez que essa tecnologia agrícola produz alimentos sem resíduos químicos perigosos, sendo portanto desejável do ponto de vista da eliminação ou minimização dos riscos à saúde humana e ambiental.

- Existe necessidade de novas avaliações sobre a toxicidade dos nitritos e nitratos e seus efeitos sobre a saúde humana, acompanhadas de uma legislação específica com definição para os Limites Máximos Admissíveis para alimentos de origem vegetal.
- É imprescindível o esforço de toda a sociedade para uma mudança de paradigma da pesquisa agrícola e da produção e consumo de alimentos.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em relação aos sistemas de cultivo praticados na RMC sugere-se:

- Implementação de um sistema de rastreabilidade para todos os sistemas de produção de hortícolas, visando a identificação da origem do alimento.
- Elaboração de um guia de boas práticas junto a cadeia produtiva, identificando os pontos críticos de cada sistema de produção, tendo em vista possíveis contaminações.
- Estudos sobre a biodisponibilidade de nutrientes (aminoácidos) e também de não-nutrientes, como compostos fenólicos.
- Os estudos sobre os efeitos de alimentos orgânicos, convencionais e hidropônicos sobre a saúde animal e humana ainda são inconclusivos, havendo necessidade de novos estudos.
- Estudos sensoriais bem controlados, com confundimento de fatores.
- Estudos sobre os aspectos sanitários, enfocando riscos biológicos, microbiológicos e parasitários.
- A possibilidade de ocorrência de possível falso-positivo quando da análise de ditiocarbamatos em amostras de agrião, poderá ocorrer incertezas, principalmente, quando houver a possibilidade de ocorrência natural de alguns analitos, como o enxofre proveniente do solo e o CS₂ produzido pelas *Cruciferae*. Para tanto, sugere-se pesquisa onde possa haver comprovação desse falso-positivo através de estudo de campo, bem como o desenvolvimento de metodologia onde possam ser detectados simultaneamente os vários compostos do grupo dos ditiocarbamatos.
- Analisar comparativamente as diferentes categorias de agricultores produtores de alimentos orgânicos, considerando a sua posição frente a uma agricultura ecologicamente correta.

- A implementação de um programa educacional sobre alimentos X meio ambiente X qualidade de vida, voltado principalmente para a população infanto-juvenil.
- Implementação de um programa de treinamento técnico voltado aos agricultores.
- Introdução da técnica ao curriculum das Universidades.

GLOSSÁRIO

Abaxial. Afastado do eixo.

Adaxial. Dirigido em direção ao eixo.

Boas Práticas Agrícolas. É o conjunto de medidas agronômicas adequadas a manter a inocuidade e qualidade dos produtos de origem, que consiste em associar manejo integrado de pragas, produção integrada, HACCP e normas ISSO, consideradas essenciais para a implantação da agricultura sustentável. Referência: Protocolo EUREP GAP.

Boas práticas de Produção. É o conjunto de medidas técnicas, tecnológicas e de manejo aplicadas, adequadamente, na etapa que compreende do plantio até a colheita, visando a inocuidade e qualidade dos produtos vegetais.

Cadeia Produtiva. É o conjunto de sistemas de estreita relação entre si que atuam na produção, beneficiamento, armazenamento, transporte, manipulação, processamento, comercialização, etc, envolvendo os sistemas de produção de sementes, fertilizantes, agrotóxicos, etc, os órgãos de extensão rural, os laboratórios de análises, as instituições de pesquisa, as instituições de avaliação de conformidade e os órgãos públicos de regulamentação, inspeção e fiscalização de produtos de origem vegetal, objetivando o monitoramento e controle de contaminantes.

Certificação. É o conjunto de atividades desenvolvidas por organismos independentes da relação comercial, com o objetivo de atestar publicamente, por

escrito, que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados (ABNT, ISSO/IEC Guia 2 – 1998).

Certificação orgânica. É o processo de controle e fiscalização que permite que uma unidade de produção receba um “selo de qualidade” que possibilita a comercialização da produção como orgânica.

Coeficiente de correlação (r). É uma quantidade sem dimensões, isto é, independente das unidades adotadas. É uma medida de relação entre duas ou mais variáveis. O coeficiente de correlação pode variar de -1,00 até +1,00. O valor -1,00 representa uma perfeita *correlação negativa*, ou seja, quando uma variável cresce a outra tende a decrescer. O valor + 1,00 representa uma perfeita *correlação positiva*, o que indica que quando uma variável cresce a outra também tende a crescer. O coeficiente de correlação mais usado é o de *Person*, representado por “ r ”, também conhecido como coeficiente de correlação linear.

Compostagem. É a técnica baseada na fermentação aeróbica de uma mescla de materiais orgânicos empilhados, em condições específicas de aeração, temperatura, umidade e nutrientes, e sobre a ação de numerosos macro e microrganismos.

Contaminantes. São substâncias ou agentes estranhos de origem biológica, química ou física considerados nocivos à saúde humana e animal.

Controle. É o conjunto de medidas que se aplicam em todas as etapas e fases do processo produtivo, com a finalidade de evitar a ocorrência de resíduos de agrotóxicos acima do LMR estabelecido.

Conversão. Ato ou efeito de passar de um estado para outro. Neste estudo, a conversão é o processo de mudança do manejo convencional para o orgânico.

Corte transversal. Seção transversal, tomada perpendicularmente ao eixo longitudinal. Também denominada transeção.

Desenvolvimento sustentável. Conjunto de ações baseadas no manejo e conservação da base dos recursos naturais, na orientação das mudanças tecnológicas e na adoção de políticas sociais e econômicas mais solidárias e integradoras, de tal maneira que se assegure a satisfação das necessidades das gerações presentes e futuras.

Desvio padrão. É uma medida de dispersão ou de variação em torno de um valor médio, expresso na mesma unidade de medida das observações. Matematicamente corresponde à raiz quadrada da variância.

Dose diária aceitável ou ingestão diária aceitável - quantidade máxima que, ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde, à luz dos conhecimentos atuais. É expressa em mg do ingrediente por kg de peso corpóreo (mg/kg p.c.).

Endocarpo. Camada mais interna do pericarpo.

Epiderme. Camada externa de células de origem primária. Quando multisseriada (epiderme múltipla), apenas a camada mais externa se diferencia com características de epiderme.

Estômato. Um poro da epiderme e duas células-guarda que o circundam. Às vezes aplicado somente ao poro.

Exocarpo. Camada externa do pericarpo. Também chamada epicarpo.

Horticultura. Sistema agrícola que engloba a produção de frutas, flores, plantas ornamentais, plantas medicinais e condimentos, além das hortaliças. Outro termo

freqüentemente usado é **olericultura**, que engloba a produção de **olerícolas**, também conhecidas como hortaliças. Os termos verduras, legumes, hortifrutícolas e hortifrutigranjeiros são populares, mas inadequados (HAMERSCHMIDT / EMATER-PR, Informação Pessoal, 2003). O dicionário contempla todos esses termos, acreditando-se que todos podem ser empregados corretamente, dependendo do enfoque e da área (FERREIRA, 2004).

Lacuna. Geralmente, espaço contendo ar, que varia muito quanto a origem.

Laboratório Credenciado é um laboratório público ou privado que se submeteu ao processo de avaliação ou auditoria da CLAV, por meio do qual recebeu o reconhecimento de sua excelência técnica e de seu Sistema de Garantia de Qualidade. Os resultados obtidos nas metodologias credenciadas têm valor oficial e de fiscalização.

Laboratório de Referência é o laboratório que tem a função de auditar, aferir e gerar metodologias que serão utilizadas, em primeira instância, pelos laboratórios credenciados pelo MAPA.

Mesocarpo. Camada mediana do pericarpo.

Mesófilo. Parênquima fotossintetizante da folha localizado entre camadas da epiderme.

Monitoramento. É a seqüência planejada de observações, análises e medições de sistemas e produtos com a finalidade de detectar, avaliar, controlar e acompanhar produtos e cadeia produtiva.

Monocultivo. Aproveitamento intensivo do solo com um só cultivo, geralmente em grandes extensões. É a forma de produção mais representativa do processo de

simplificação da diversidade agrícola, apresentando uma grande vulnerabilidade frente a fatores ambientais adversos e variações de mercado.

Média. Valor típico ou representativo de um conjunto de dados. É denominada medida de tendência central.

Monocultura. [De non(o) – cultura.] s.f. Cultura exclusiva de um produto agrícola [opõe-se a policultura]. A monocultura ou **monocultivo** é o aproveitamento intensivo do solo com um só cultivo, geralmente em grandes extensões. É a forma de produção mais representativa do processo de simplificação da diversidade agrícola, apresentando uma grande vulnerabilidade frente a fatores ambientais adversos e variações de mercado.

Nível de significância. É a probabilidade máxima de risco de ocorrer um erro. Na prática, é usual trabalhar com um nível de significância 0,05 ou 5 %, o que significa que a probabilidade de erro seria de 5% ou que existe uma confiança de cerca de 95% de que se tome uma decisão acertada, ou que existe diferença entre as comparações realizadas.

Olericultura. Sistema agrícola que engloba a produção de olerícolas, que também são conhecidas como hortaliças.

Orgânico. É necessário distinguir as diferentes acepções do termo orgânico em “química orgânica” e “agricultura orgânica”. A química se ocupa dos compostos em que predomina o elemento carbono, incluindo, além dos produtos naturais, os combustíveis fósseis e todos os seus derivados, tais como tintas, plástico, fibras sintéticas, etc. Em agricultura orgânica, o termo orgânico é usado para designar o natural, ecológico, derivado diretamente de um organismo vivo, sem artificialismos.

Pericarpo. Parede do fruto que se desenvolve a partir da parede do ovário.

Pesticidas ou produtos fitofarmacêuticos são misturas que contêm uma ou mais substâncias químicas ativas destinadas ao controle de pragas, principalmente insetos e plantas invasoras, e doenças, provocadas especialmente por fungos e bactérias, que provocam perdas durante a produção e o armazenamento de produtos agrícolas. Os **agrotóxicos** são pesticidas utilizados para o controle de pragas nos produtos agrícolas (vegetais). Eles são considerados substâncias que previnem ou tratam as doenças das plantas e se dividem em muitas famílias, sendo as principais os fungicidas que destroem os fungos, os herbicidas utilizados para eliminar as ervas daninhas e os inseticidas para eliminar os insetos e os acaricidas. Nos países de língua inglesa o termo mais utilizado é “pesticides”, nos de língua espanhola, “plaguicidas” e no Brasil, “agrotóxicos”.

Pesticidas sintéticos. A Organização Internacional de Padrões define pesticidas sintéticos como: substâncias para o controle de pragas, com exceção daqueles que, essencialmente por definição, são pesticidas naturais. Os pesticidas sintéticos mais comumente utilizados na produção orgânica incluem enxofre, fungicidas à base de cobre, *sprays* de óleos, sabões inseticidas e feromônios de insetos.

Qualidade [do lat. qualitate] s.f. 1. Propriedade, atributo ou condição das coisas ou das pessoas capaz de distingui-las das outras e de lhes determinar a natureza. 2. Numa escala de valores, qualidade que permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar, qualquer coisa (FERREIRA, 2004).

Rastreabilidade. É o sistema estruturado que permite resgatar a origem do produto e de todas as condições e processos a que o produto se submeteu nas etapas da cadeia produtiva.

Requisitos qualitativos. São as exigências inerentes à qualidade ou aos seus atributos.

Resíduo. O resíduo compreende, em geral, o princípio ativo ou substância ativa e seus metabólitos. Como os agrotóxicos são utilizados sobre os vegetais ou partes destes, eles entram na alimentação de animais de criação, e estudos de transferência são realizados a fim de se determinar a natureza e o teor de resíduos nestes animais.

Assim, são definidos os limites máximos de resíduos, que podem ser diferentes dos fixados para as plantas. **Limite Máximo de Resíduo (LMR)** é quantidade máxima de resíduo de agrotóxico legalmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada numa fase específica, desde sua produção até o consumo, expressa em partes (em peso) do agrotóxico ou seus derivados por um milhão de partes de alimento (em peso) (ppm ou mg / kg) (TOMLIN, 1997; BRASIL, 2001 b; AFSSA, 2003).

No Brasil, a adoção dos termos defensivos agrícolas, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas e agroquímicos tem sido marcada por controvérsias há anos. A partir de 11 de janeiro de 1990, através do Decreto nº 98.815, a nomenclatura resíduos de “pesticidas”, anteriormente citada em todos os Decretos e Portarias, foi substituída por resíduos de “agrotóxicos”. Este mesmo Decreto define **resíduos de agrotóxicos**:

é uma substância ou mistura de substâncias remanescente ou existente em alimentos ou no meio ambiente decorrente do uso ou da presença de agrotóxico e afins, inclusive quaisquer derivados específicos, tais como produtos de conversão e de degradação, metabólitos, produtos de reação e impurezas, consideradas tóxicas e ambientalmente importantes.

A Resolução RE nº 165, de 29 de agosto de 2003 apresenta uma relação de monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos e preservantes de madeira, DOU (Diário Oficial da União) de 02/09/2003 (BRASIL, 2004a e 2004b).

Revolução verde. Mudanças que se produziram na agricultura a partir de 1950, baseados em uma série de atuações técnicas que fomentavam o uso de agrotóxicos, a especialização das propriedades, a prática do monocultivo e a industrialização da agricultura, com o fim de conseguir um crescimento contínuo e rápido da produtividade.

Rotação de culturas. Sucessão de culturas dentro de uma mesma parcela durante um número determinado de anos. Como norma geral, alternam-se plantas de

famílias diferentes que tenham tipos de vegetação, sistemas radiculares e necessidades nutritivas diferentes.

Sistema de cultivo convencional. Tipo de agricultura baseado em uma série de atuações técnicas que fomentam o uso de agrotóxicos, a mecanização intensiva, a adubação química, a prática do monocultivo, o uso de variedades de plantas e animais selecionados e modificados geneticamente com o fim de conseguir um crescimento contínuo e rápido da produtividade.

Sistema Integrado de Pragas. Surgiu na Europa em meados do século passado com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), fato que representou um importante passo na redução de agrotóxicos para a produção agrícola. É conhecido como um sistema intermediário entre a produção convencional e a produção orgânica. O sistema foi denominado produção integrada pelo fato de preocupar-se com o produto desde a fase inicial de produção até a chegada às mãos do consumidor e por serem suas premissas o respeito ao meio ambiente e a saúde do produtor e do consumidor.

Sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point). Consiste em um sistema que identifica, avalia e controla perigos ou riscos que são significativos para segurança alimentar; referência: Textos Básicos de Higiene Alimentar – Codex Alimentarius.

Toxicologia é o estudo das interações entre sistemas químicos e biológicos que visam determinar a toxicidade de uma substância, ou seja, o seu potencial em produzir danos biológicos que resultem em efeitos adversos à saúde, além de investigar sobre sua natureza, incidência, mecanismos de produção e reversibilidade dos efeitos provocados.

Tricoma. Protuberância da epiderme, de formato, tamanho e funções variáveis. Vários tipos, incluindo pêlos, escamas e outros.

Trofobiose. Teoria segundo a qual plantas tratadas com agrotóxicos tornam-se desequilibradas, diminuindo a produção de proteínas ou aumentando a degradação dessas substâncias.

Variância. É o grau de dispersão de um conjunto de dados, medido pela soma dos quadrados dos desvios em relação à média.

Xilema. O principal tecido condutor de água das plantas vasculares caracterizado pela presença de elementos traqueais. O xilema pode ser também um tecido de sustentação, especialmente no xilema secundário (lenho ou madeira).

PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA À TESE

- Projetos aprovados: 2 (Fundação Araucária e FDA-UFPR)
- Iniciação científica - Orientações: 11
 - Bolsas 4 (FA, PET, UFPR, CNPq)
 - Resumos em congressos: 7

- Resumos apresentados em congressos: 15
- Trabalhos completos apresentados em congressos: 5
- Artigos científicos encaminhados e/ou publicados : 4
- Capítulo de livro: 1
- Relatórios técnicos: 3
- Palestras: 2
- Prêmio recebido:

13º Encontro Nacional de Analistas de Alimentos "Novas tecnologia em alimentos: impactos e riscos à saúde" - Rio de Janeiro - de 22 a 25 de junho de 2003

Trabalho classificado em 2º lugar, " Diploma de Honra ao Mérito SBAAL "

Resíduos de Agrotóxicos em Hortícolas Orgânicas, Convencionais e Hidropônicas Produzidas e/ou Comercializadas na Região Metropolitana de Curitiba.

ANEXOS

ANEXO 1 -	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS PARA PRODUÇÃO VEGETAL EM AGRICULTURA ORGÂNICA.....	254
ANEXO 2 -	EXEMPLO DE UMA MONOGRAFIA DE INGREDIENTE ATIVO.....	256

ANEXO 2 - EXEMPLO DE UMA MONOGRAFIA DE INGREDIENTE ATIVO

APÊNDICES

APÊNDICE 1 -	PROTOCOLO PARA COLETA DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE...	259
APÊNDICE 2 -	DESCRIÇÃO DO PROGRAMA ESTATÍSTICO UTILIZADO.....	260